

JURNAL

PENELITIAN TANAMAN INDUSTRI

(*INDUSTRIAL CROPS RESEARCH JOURNAL*)

Terakreditasi : Nomor 458/AU2/P2MI-LIPI/08/2012, Tanggal 7 Agustus 2012

Volume 20 No. 4, Desember 2014

Pengaruh Perlakuan Air Panas terhadap Pertumbuhan Apeks Tebu
Rara Puspita Dewi Lima Wati, Deden Sukmadjaja, Darda Efendi, dan Ika Roostika

Pembentukan Kalus dan Embrio Somatik Kakao
menggunakan Thidiazuron Melalui Satu Tahap Induksi Kalus
Nur Ajjiah, Rubiyo, dan Sudarsono

Potential of Medicinal Plant Extracts in Inducing Plant Resistance
on Ginger Against Bacterial Wilt Disease
Sri Yuni Hartati, Supriadi, and Sri Rahayuningsih

Pengaruh Pemupukan terhadap Pertumbuhan, Produksi, dan Mutu
Tanaman Timi (*Thymus vulgaris* L.)
Mono Rahardjo, I. Darwati, dan H. Nurhayati

Hubungan antara Karakter Vegetatif dengan Produksi Pati Sagu Baruq
(*Arenga macrocarpha* Becc.) Asal Kabupaten Sangihe
Elsje T. Tenda dan Miftahorrahman

Prospek Perbaikan Teknologi Budidaya dan Pascapanen Kumis Kucing
di Kabupaten Sukabumi
Ekwasita Rini Pribadi, Wawan Lukman, dan Bagem Sofiana Sembiring

Jurnal Littri	Vol. 20	No. 4	Hal. 169 - 235	Bogor, Desember 2014	ISSN 0853-8212
---------------	---------	-------	----------------	-------------------------	----------------



Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Agency for Agricultural Research and Development
PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERKEBUNAN
Indonesian Center for Estate Crops Research and Development
BOGOR - INDONESIA

JURNAL

PENELITIAN TANAMAN INDUSTRI

ISSN 0853-8212

(INDUSTRIAL CROPS RESEARCH JOURNAL)

Volume 20 No. 4, Desember 2014

JURNAL PENELITIAN TANAMAN INDUSTRI, merupakan publikasi ilmiah primer yang memuat hasil penelitian komoditas perkebunan yang belum dimuat pada media apapun, diterbitkan empat kali setahun oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan.

PELINDUNG : Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan

PENANGGUNG JAWAB : Kepala Bidang Kerja Sama dan Pendayagunaan Hasil Penelitian

PENYUNTING AHLI

Ketua merangkap Anggota

: Prof. Dr. Elna Karmawati (Entomologi)

Anggota

: Prof. Dr. Supriadi (Penyakit)

Dr. Ir. M. Djazuli (Agronomi)

Dr. Ir. I. Ketut Ardana (Sosial Ekonomi)

Dr. Ir. S. Joni Munarso (Pascapanen)

Dr. Ir. Nurliani Bermawie (Pemuliaan)

PENYUNTING PELAKSANA

: Dr. Ir. Iwa Mara Trisawa

Rohimatun, SP. MP

Ir. Elfrida Nadeak

Erriani Kristiyaningsih, S. Sos

Alamat Penerbit :

Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan

Jalan Tentara Pelajar No. 1 Bogor 16111

Telp. 0251-8336194, 8313083, Faks 0251-8336194

E-mail : littri_puslitbangbun@yahoo.co.id

Untuk keperluan tukar menukar dan sebagainya, agar menghubungi alamat penerbit.

Biaya DIPA 2014 Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Perkebunan.

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Kuasa, Jurnal Penelitian Tanaman Industri Volume 20 Nomor 4 tahun 2014 telah selesai di cetak. Jurnal Littri ini berisikan 6 artikel terdiri atas 6 komoditas perkebunan yang berbeda yaitu tebu, kakao, jahe, kumis kucing, timi dan sagu baruq. Pada komoditas tebu disajikan pengaruh suhu dan perlakuan air panas terhadap pertumbuhan apeks tebu. Ternyata apeks masih mampu tumbuh pada suhu 50°C dengan perlakuan air panas secara tidak langsung dan masih memberikan daya hidup dan tumbuh apeks hingga 25% dengan jumlah tunas yang lebih tinggi. Pada komoditas kakao telah dihasilkan kalus dan embrio somatik menggunakan thidiazuron melalui satu tahap induksi kalus. Pada metode ini pembentukan embrio somatik lebih efisien karena tidak memerlukan media pertumbuhan kalus sekunder. Permasalahan penyakit layu bakteri pada jahe dapat diatasi dengan meningkatkan ketahanan tanaman menggunakan ekstrak tanaman obat sebagai sumber elisitor botanis. Tanaman obat yang dapat digunakan adalah akar kucing, sambiloto dan temulawak. Pada komoditas sagu baruq disajikan korelasi antara karakter vegetatif dengan produksi pati sagu baruq asal Kabupaten Sangihe di Tabukan Tengah dan Manganitu. Pada komoditas kumis kucing telah dilakukan sosialisasi dan demplot teknologi budidaya dan pasca panen di Kabupaten Sukabumi. Ternyata pemupukan dengan menggunakan dosis anjuran Balittro dapat meningkatkan produksi dan pendapatan petani dibandingkan dengan dosis yang dipakai oleh petani. Penelitian pemupukan telah dilakukan di Manoko pada tanaman timi. Pemberian urea, SP36 dan KCL pada timi dengan dosis masing-masing 150 kg/ha dapat meningkatkan herba kering sebanyak 88% dibandingkan tanpa pemupukan.

Semoga apa yang disajikan dapat bermanfaat bagi pembacanya.

Terima kasih

Ketua Dewan Penyunting Ahli,

Prof. Dr. Elna Karmawati

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih dan penghargaan diberikan kepada para pakar yang telah bersedia menjadi penelaah **Jurnal Penelitian Tanaman Industri**. Berikut ini adalah nama pakar yang telah berpartisipasi :

Nama	Instansi	Disiplin Ilmu
Mitra Bestari Tetap :		
Prof.Dr.H.M.H.Bintoro, M.Agr	Institut Pertanian Bogor, Departemen Agronomi dan Hortikultura, Jalan Meranti No.1	Agronomi dan Hortikultura
Prof.Dr.Ika Mariska	Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian, Jalan Tentara Pelajar No. 3A, Bogor 16111	Bioteknologi Pertanian
Prof.Dr. Didi Ardi	Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Jalan Tentara Pelajar No. 12 Cimanggu - Bogor 16111	Kesuburan Tanah dan Biologi Tanah
Dr. Susilowati Herman, M. Sc	Asosiasi Peneliti Kesehatan Indonesia (APKESI), Jalan Percetakan Negara No.23 Jakarta	Gizi
Dr.Ir. Teguh Santoso, DEA	Institut Pertanian Bogor, Departemen Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian, Jalan Kamper, 16680	Hama dan Penyakit Tanaman
Dr.Ir. Sabran	Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian, Jalan Tentara Pelajar No. 3A, Bogor 16111	Pemuliaan dan Genetika Tanaman

JURNAL

PENELITIAN TANAMAN INDUSTRI

(INDUSTRIAL CROPS RESEARCH JOURNAL)

ISSN 0853-8212

Terakreditasi
Nomor : 458/AU2/P2MI-LIPI/08/2012
Tanggal: 7 Agustus 2012

Volume 20 No. 4, Desember 2014

DAFTAR ISI

	Halaman
Kata Pengantar	i
Daftar Isi	iii
Pengaruh Perlakuan Air Panas terhadap Pertumbuhan Apeks Tebu Rara Puspita Dewi Lima Wati, Deden Sukmadjaja, Darda Efendi, dan Ika Roostika	169 - 178
Pembentukan Kalus dan Embrio Somatik Kakao menggunakan Thidiazuron Melalui Satu Tahap Induksi Kalus Nur Ajijah, Rubiyo, dan Sudarsono	179 - 186
Potential of Medicinal Plant Extracts in Inducing Plant Resistance on Ginger Against Bacterial Wilt Disease Sri Yuni Hartati, Supriadi, and Sri Rahayuningsih	187 - 194
Pengaruh Pemupukan terhadap Pertumbuhan, Produksi, dan Mutu Tanaman Timi (<i>Thymus vulgaris</i> L.) Mono Rahardjo, I. Darwati, dan H. Nurhayati	195 - 202
Hubungan antara Karakter Vegetatif dengan Produksi Pati Sagu Baruq (<i>Arenga macrocarpha</i> Becc.) Asal Kabupaten Sangihe Elsje T. Tenda dan Miftahorrachman	203 - 210
Prospek Perbaikan Teknologi Budidaya dan Pascapanen Kumis Kucing di Kabupaten Sukabumi Ekwasita Rini Pribadi, Wawan Lukman, dan Bagem Sofiana Sembiring	211 - 219
KUMPULAN ABSTRAK	221 - 232
INDEKS SUBYEK	233 - 234
INDEKS PENULIS	235

PENGARUH PERLAKUAN AIR PANAS TERHADAP PERTUMBUHAN APEKS TEBU

The Effect of Hot Water Treatment on The Growth of Sugar cane Apexes

RARA PUSPITA DEWI LIMA WATI¹⁾, DEDEN SUKMADAJA²⁾, DARDA EFENDI¹⁾, dan IKA ROOSTIKA²⁾

¹⁾ Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian,
Institut Pertanian Bogor, Jalan Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

²⁾ Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi
dan Sumberdaya Genetik Pertanian
Jalan Tentara Pelajar No. 3A, Bogor 16111

e-mail: ra.pu.del.wa@gmail.com

(Diterima: 16-9-2014; Direvisi: 27-10-2014; Disetujui: 7-11-2014)

ABSTRAK

Kultur apeks merupakan salah satu metode alternatif yang dapat diaplikasikan untuk eliminasi virus. Penguasaan sistem regenerasi apeks pasca-perlakuan air panas (*Hot Water Treatment/HWT*) perlu dilakukan sebelum aplikasi teknik eliminasi virus. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh suhu dan menentukan perlakuan air panas yang optimal untuk pertumbuhan apeks tebu. Penelitian dilakukan di Laboratorium Kultur Jaringan, Kelompok Peneliti Biologi Sel dan Jaringan, Balai Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian, Bogor pada Februari sampai Desember 2013. Bahan tanaman yang digunakan adalah tebu PS864. Terdapat tiga tahap percobaan. Rancangan percobaan pada ketiga tahapan tersebut adalah Rancangan Acak Lengkap. Percobaan pertama adalah HWT secara langsung terhadap apeks. Percobaan kedua adalah HWT secara tidak langsung tanpa saringan. Percobaan ketiga adalah HWT secara tidak langsung dengan saringan. Taraf suhu yang diuji, yaitu 25, 30, 40, 50, dan 60°C. Apeks hasil perlakuan tersebut ditanam pada media MS dengan penambahan BA 0,3 ppm. Peubah yang diamati meliputi daya hidup dan tumbuh, pembentukan kalus dan akar, serta jumlah tunas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa apeks mampu bertahan hidup (96%) dan tumbuh (3 tunas/eksplan) hingga perlakuan suhu 40°C pada metode pertama. Pada metode kedua, eksplan mampu bertahan hidup dan tumbuh hingga perlakuan suhu 50°C (26,7%, 2 tunas/eksplan). Pada metode ketiga, apeks tebu juga dapat tumbuh hingga perlakuan suhu 50°C (25%). Metode ketiga mampu mengurangi pengaruh *thermo-shock* yang ditandai dengan meningkatnya jumlah tunas/eksplan (4 tunas/eksplan). HWT secara tidak langsung pada suhu 50°C dengan saringan merupakan metode yang paling optimal untuk mempertahankan kemampuan regenerasi apeks.

Kata kunci: Tebu (*Saccharum officinarum* L.), kultur apeks, perlakuan air panas

ABSTRACT

The regeneration system of apex after hot water treatment (HWT) is needed before applying the virus elimination technique. The objective of this study was to find out the effect of HWT and to determine the optimal HWT method for growing sugar cane apexes. The experiments were conducted in Tissue Culture Laboratory, Plant Cell Tissue Biology Group, Indonesian Center for Agricultural Biotechnology and Genetic Resources Research and Development on February–December 2013. The plant material was sugar cane PS864. There were three experiments. The Completely Randomized Design was used in these experiments. First experiment was direct HWT method to the apexes. Second experiment was indirect HWT method without using metal sieve filter. Third experiment was indirect HWT method by using metal sieve filter. Five degrees of

temperature were tested (25, 30, 40, 50, and 60°C). After the HWT treatment, apexes were grown on MS medium with the addition of 0,3 ppm BA. The observed variables were survival rate, growth rate, callus formation, root formation and shoot number. The results showed that apexes could survive (96%) and regrew (3 shoots/explants) after HWT up to 40°C in the first method. In the second method, explants could survive and regrew after HWT up to 50°C (26.7%; 2 shoots/explants). In the third method, apexes also could grow after HWT up to 50°C (25%) and could reduce thermo-shock by increasing the number shoot/explant (4 shoot/explant). Indirect HWT by metal sieve filter at 50°C was the best optimal method for maintaining regeneration capacity of sugar cane apexes.

Keywords: Sugar cane (*Saccharum officinarum* L.), apex culture, hot water treatment

PENDAHULUAN

Tebu (*Saccharum officinarum* L.) merupakan tanaman utama penghasil gula. Jumlah produksi gula masih jauh di bawah perkiraan kebutuhan konsumsi gula nasional, yaitu mencapai 3,1 juta ton pada tahun 2014 (DITJENBUN, 2013). Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, perlu dilakukan upaya meminimalkan faktor penyebab turunnya nilai produksi. Salah satu faktor yang mengakibatkan penurunan produksi gula adalah penyakit virus mosaik.

Efek utama dari infeksi virus mosaik adalah terhambatnya pertumbuhan batang sehingga tanaman mengalami penurunan produksi 20-30% (BAILEY, 2004). Pada tebu varietas PS864, penyakit mosaik dapat menurunkan potensi hasil mencapai 22% (ASNAWI, 2009). Oleh karena itu, diperlukan benih tebu yang bebas virus.

Benih yang bebas virus dapat diperoleh melalui penerapan metode eliminasi virus, salah satunya dengan *Hot Water Treatment* (HWT). Metode tersebut banyak dilakukan pada bagal tebu dengan tingkat eliminasi virus dan daya hidup yang rendah pada suhu tinggi (MAHARLIKA, 2009; DAMAYANTI *et al.*, 2010). Penggunaan bagal tebu dengan ukuran yang cukup besar mengakibatkan sulitnya penerapan HWT untuk mengeliminasi virus. Metode tersebut jika diaplikasikan pada puluhan atau ratusan bagal

tebu akan membutuhkan tempat yang cukup besar. Penerapan HWT pada tanaman hasil *in vitro* merupakan salah satu solusi yang dapat dilakukan, mengingat ukuran tanaman atau planlet hasil *in vitro* jauh lebih kecil dibandingkan bagal tebu di lapang.

Perlakuan HWT pada bagal tebu suhu 55°C selama 20 sampai 30 menit hanya dapat mengurangi intensitas serangan *Sugar cane streak mosaic virus* (SCSMV) sebanyak 9,1 sampai 9,9% (MAHARLIKA (2009)). Lebih lanjut, DAMAYANTI *et al.* (2010) menyatakan HWT bagal tebu pada suhu 55 sampai 60°C merupakan suhu optimal karena virus dapat tereliminasi. Namun, pada suhu tersebut tanaman tidak dapat bertahan hidup. Peningkatan efektivitas HWT dapat dilakukan dengan mengombinasikannya dengan teknik eliminasi virus lainnya. Penerapan HWT pada tanaman hasil *in vitro* merupakan salah satu jembatan mempermudah aplikasi metode eliminasi virus. Hasil HWT dapat dilanjutkan dengan teknik eliminasi virus lainnya, seperti kemoterapi, krioterapi, dan kultur apeks maupun meristem.

Kultur meristem merupakan metode yang umum digunakan dalam mengeliminasi virus, namun memiliki daya regenerasi yang rendah dan secara teknis sulit dilakukan (WANG dan VALKONEN, 2008; RAMGAREEB *et al.*, 2010; ALAM *et al.*, 2010). Apeks merupakan struktur yang terdiri dari meristem (lateral atau apikal) yang mengandung primordia daun. Apeks memiliki ukuran yang proporsional sehingga memiliki kemampuan regenerasi yang lebih tinggi daripada meristem (BITTNER *et al.*, 1989; WANG dan VALKONEN, 2008; EL FAR dan ASHOUB, 2009). Namun, ukurannya yang lebih besar daripada meristem dapat mengurangi tingkat efektivitas dalam mengeliminasi virus sehingga akan lebih efektif jika dikombinasikan dengan teknik lain, seperti HWT. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu dan menentukan perlakuan air panas yang optimal untuk pertumbuhan apeks tebu.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Laboratorium Unit Produksi Benih Unggul Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian di Bogor, Laboratorium Kultur Jaringan Kelompok Peneliti Biologi Sel dan Jaringan di Bogor, dan Laboratorium Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada di Yogyakarta. Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari sampai Desember 2013.

Bahan tanaman yang digunakan adalah tebu varietas PS864 yang diperoleh dari kebun koleksi Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, Bogor. Bahan tanam merupakan tebu ratun ke-2. Bahan tanam sebagai sumber eksplan adalah tunas *in vitro* subkultur ke-6 hingga 9 yang dipelihara dalam media regenerasi MS (MURASHIGE dan SKOOG, 1962) dengan penambahan BAP 0,3 ppm yang disubkultur secara rutin setiap bulan. Penelitian terbagi atas tiga macam percobaan. Percobaan pertama adalah HWT

secara langsung terhadap apeks. Percobaan kedua adalah HWT secara tidak langsung tanpa saringan (pemanasan dilakukan terhadap tunas pucuk tunggal sebelum isolasi) dan ketiga adalah HWT secara tidak langsung dengan saringan (pemanasan dilakukan terhadap klaster tunas).

1. HWT secara langsung

Tunas dari bahan tanam hasil *in vitro* diisolasi hingga diperoleh apeks (Gambar 1A). Selanjutnya, apeks diberi perlakuan air panas (25 kontrol, 30, 40, 50, dan 60°C) selama 30 menit dan ditanam pada media regenerasi. Percobaan disusun dalam lingkungan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Perlakuan diulang sebanyak 5 kali dengan 5 eksplan per botol sehingga jumlah total eksplan adalah 125 apeks. Eksplan diinkubasikan pada suhu 20±2°C dengan pencahayaan 1.000 lux dengan fotoperiodisitas 16 jam. Peubah yang diamati meliputi daya hidup dan tumbuh, pembentukan kalus dan akar, serta jumlah tunas pada satu sampai empat minggu setelah tanam (MST). Data hasil pengamatan dianalisis keragamannya dengan Analisis Sidik Ragam (*Analysis of Variance/ANOVA*) menggunakan program *Statistic Analysis Software* (SAS Versi 9) dengan tingkat kepercayaan 95%, sedangkan perbandingan antar perlakuan dilakukan menggunakan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT).

2. HWT secara tidak langsung tanpa saringan

Tunas pucuk tunggal dari bahan tanam *in vitro* yang terdiri dari empat sampai lima daun diberi perlakuan air panas (25 kontrol, 30, 40, 50, dan 60°C) selama 30 menit (Gambar 1B). Penyetabilan suhu dilakukan secara berkala melalui penambahan air panas setiap penurunan 3°C. Setelah HWT, apeks diisolasi dan ditanam pada media regenerasi. Percobaan disusun dalam lingkungan RAL. Perlakuan diulang sebanyak 5 kali dengan 3 eksplan per botol sehingga jumlah total eksplan adalah 75 apeks. Apeks diinkubasikan pada suhu 20±2°C dengan pencahayaan 1.000 lux dengan fotoperiodisitas 16 jam. Peubah yang diamati meliputi daya hidup dan tumbuh, pembentukan kalus dan akar, serta jumlah tunas pada satu sampai empat MST.

3. HWT secara tidak langsung dengan saringan

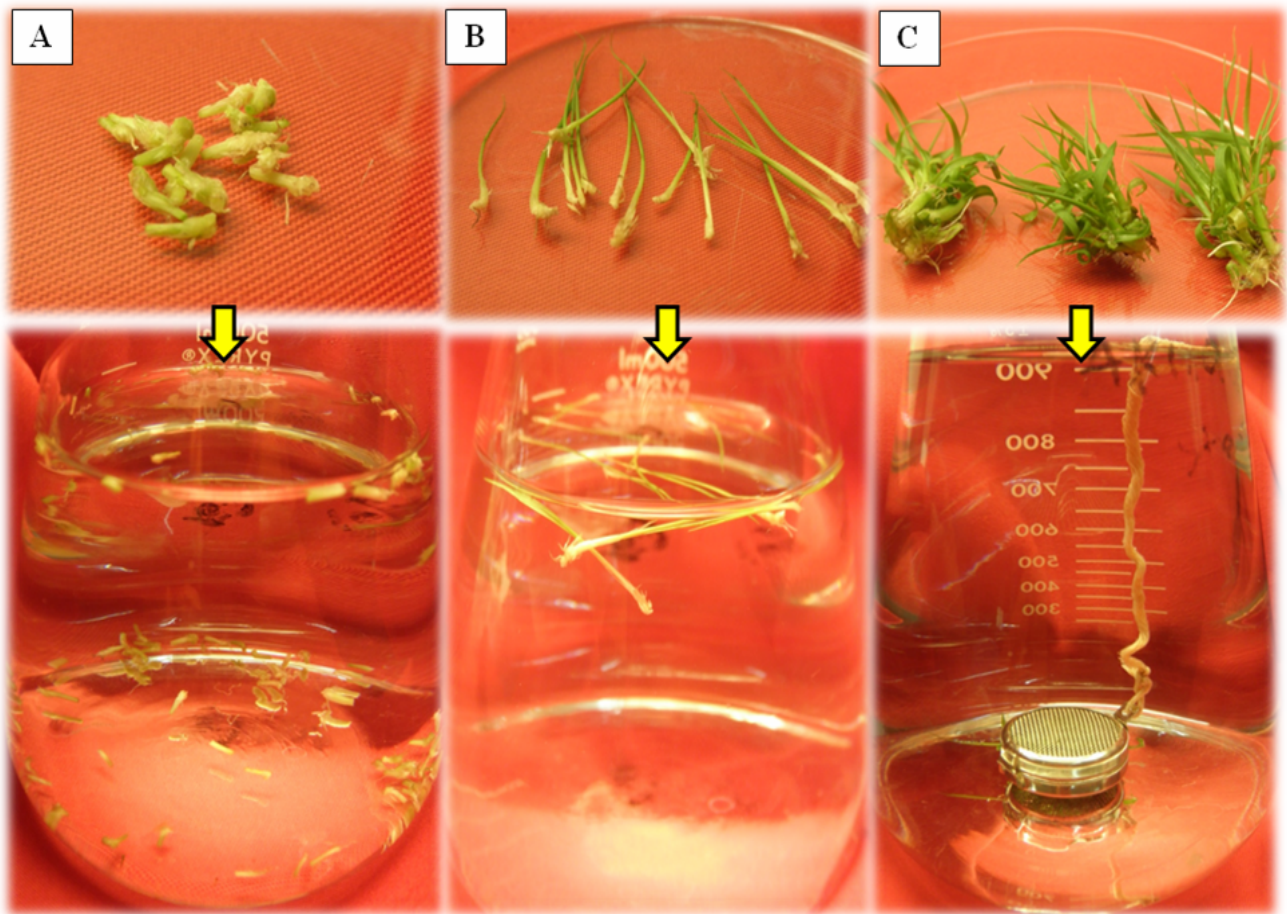
Bahan tanam yang diberi perlakuan adalah tunas pucuk dari bahan tanam *in vitro* (Gambar 1C). HWT dilakukan selama 30 menit dengan penstabilan suhu setiap penurunan 3°C. Selama HWT, apeks dimasukkan ke dalam saringan (*metal sieve*) untuk menghindari *thermo-shock* saat penambahan air panas. Setelah HWT, tunas pucuk diisolasi hingga apeks. Percobaan disusun dalam lingkungan RAL. Perlakuan diulang sebanyak 4 kali dengan 3 eksplan per botol sehingga jumlah total eksplan adalah 60 apeks. Apeks diinkubasikan pada suhu 20 ± 2°C dengan pencahayaan 1.000 lux dengan fotoperiodisitas 16 jam. Peubah yang diamati meliputi daya hidup dan tumbuh,

pembentukan kalus dan akar, serta dan jumlah tunas pada satu sampai empat MST.

4. Analisis Histologi

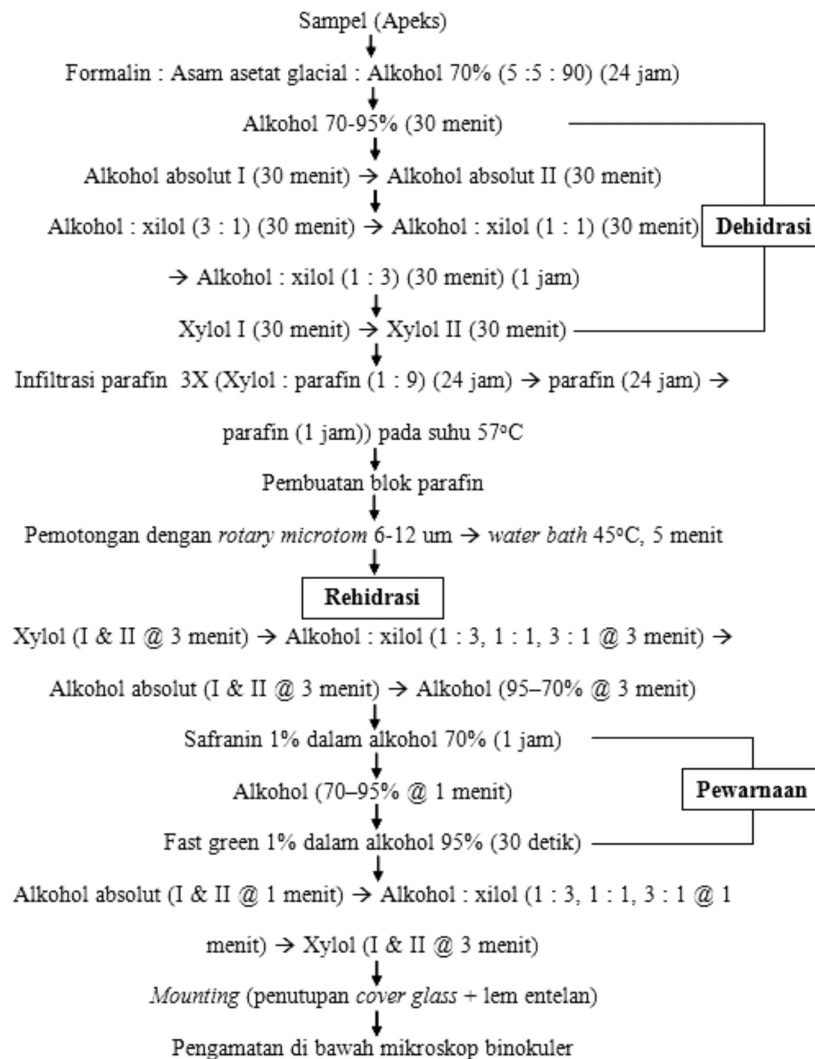
Analisis histologi jaringan apeks yang telah diberi perlakuan air panas pada suhu 25 dan 60°C mengikuti metode SUTIKNO (2014). Tahapan analisis histologi secara ringkas disampaikan pada Gambar 2. Pengamatan mikros-

kopi dilakukan dengan menggunakan perbesaran 400x. Anatomi jaringan apeks yang diperlakukan dengan pemanasan 60°C beserta kontrolnya dibandingkan. Jaringan yang bertahan hidup ditandai dengan pekatnya warna pada daerah meristem. Dehidrasi jaringan ditandai dengan mengerutnya sel-sel penyusun jaringan meristem (MELO *et al.* 2010).



Gambar 1. Tiga metode HWT apeks tebu PS864: secara langsung (A), tidak langsung tanpa saringan (B), dan tidak langsung dengan saringan (C)

Figure 1. Three HWT methods: direct (A), indirect without metal sieve filter (B), and indirect by using metal sieve filter (C)



Gambar 2. Tahapan analisis histologi jaringan apeks tebu PS864 setelah HWT (Sumber: SUTIKNO, 2004)

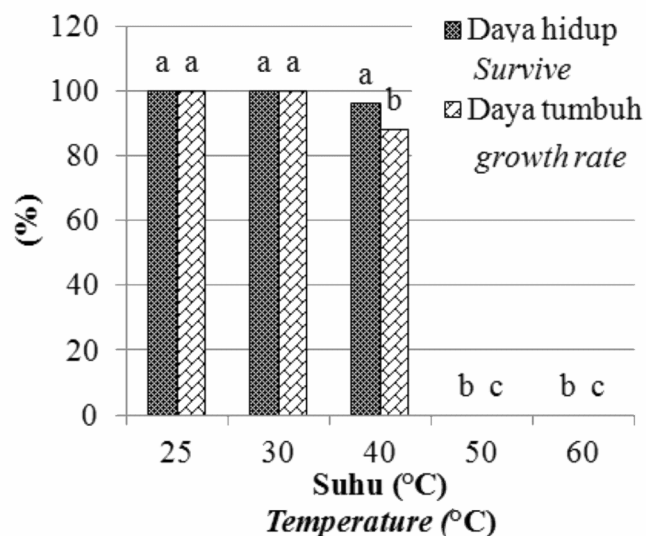
Figure 2. Histological analysis method of apex tissues of sugar cane PS864 after HWT (Source: SUTIKNO, 2004)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tiga hari setelah perlakuan, apeks menunjukkan respon yang berbeda. Jaringan dikatakan mati apabila jaringan memutih, hidup apabila berubah menjadi coklat lalu diikuti dengan pembentukan jaringan yang berwarna hijau, dan tumbuh apabila daun memanjang. Selama 4 MST, apeks yang telah mengalami HWT mampu bermultiplikasi membentuk tunas baru tanpa diiringi pembentukan akar maupun kalus. Respon tersebut teramati pada ketiga metode HWT.

1. HWT secara Langsung

Pada metode HWT secara langsung, apeks hanya mampu bertahan hidup pada perlakuan suhu 25, 30, dan 40°C, masing-masing sebesar 100% (pada 25 dan 30°C) dan 96% (Gambar 3). Suhu HWT yang lebih tinggi (50 dan 60°C) mengakibatkan kematian apeks. Hal tersebut menunjukkan bahwa pada suhu yang lebih tinggi, HWT secara langsung terhadap apeks mengakibatkan *thermo-shock*. Suhu tinggi mempengaruhi berbagai proses biologi, seperti metabolisme tanaman dan perubahan struktur, terutama membran sel dan proses fisiologis, serta kerusakan oksidatif (ALI *et al.*, 2005; AL-WHAIBI, 2011; ROOSTIKA *et al.*, 2013). Dengan demikian, suhu tinggi mengakibatkan tanaman sulit tumbuh dan bermultiplikasi.

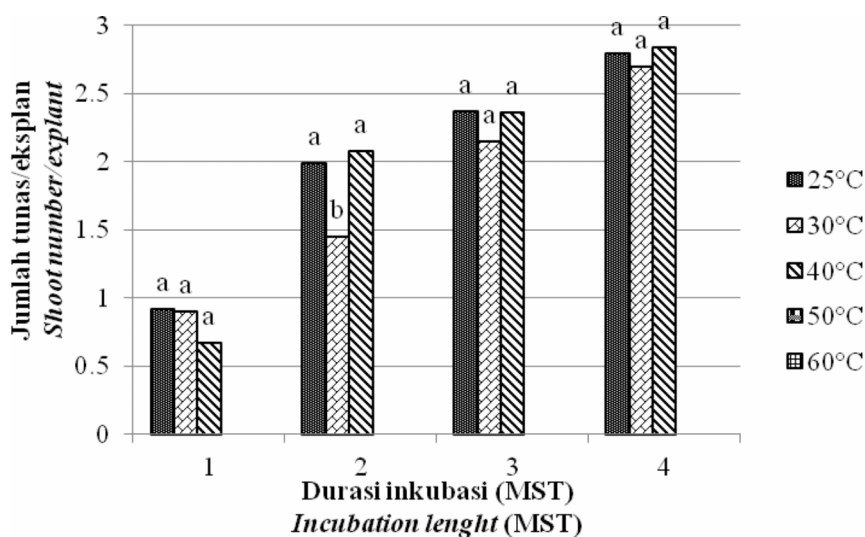


Gambar 3. Pengaruh HWT secara langsung terhadap daya hidup dan tumbuh apeks tebu PS864
Figure 3. The effect of HWT on the survival and growth rate of sugar cane apices PS864

Pengaruh *thermo-shock* juga terlihat pada daya tumbuh biakan. Tidak semua apeks yang mengalami proses pemanjangan dapat tumbuh dan bermultiplikasi. Hal ini terlihat dari daya tumbuh apeks pada perlakuan suhu 40°C. Pada perlakuan tersebut, apeks hanya mampu tumbuh 88% dari total apeks yang dipanaskan (Gambar 3).

HWT hingga suhu 40°C tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah tunas pada periode 1–4 MST (dengan nilai F berturut-turut 2,82; 0,35; dan 0,18), sedangkan pada suhu

50°C tidak ada satupun tunas yang tumbuh (Gambar 4). Apeks hasil HWT 25–40°C menunjukkan pertumbuhan yang normal, dicirikan dengan jumlah tunas yang hidup dan tumbuh diatas 80% dengan kecepatan multiplikasi yang sama. Hal tersebut menunjukkan bahwa jaringan masih toleran terhadap HWT hingga suhu maksimal 40°C. Lebih dari suhu tersebut, diduga sel mengalami dehidrasi berlebihan sehingga mengakibatkan lisis.

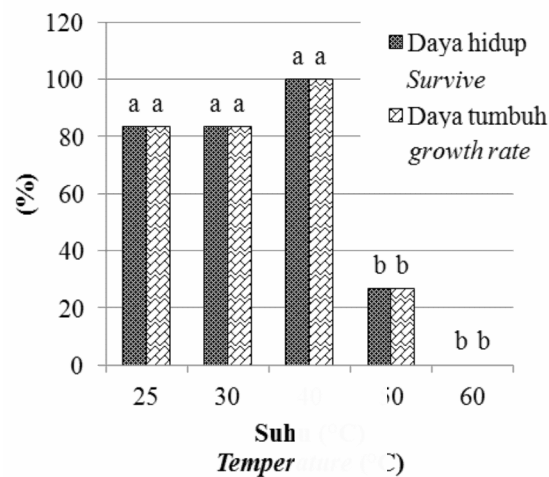


Gambar 4. Pengaruh HWT secara langsung terhadap jumlah tunas yang terbentuk dari apeks tebu PS864
Figure 4. The effect of HWT on the shoot number of sugar cane cultures PS864

HWT pada suhu 55–60°C paling efektif untuk mengeliminasi virus terbawa apeks, namun seringkali pada tanaman tidak dapat bertahan hidup (DAMAYANTI *et al.*, 2010). Hasil penelitian menunjukkan bahwa HWT secara langsung pada apeks kurang efektif karena hanya mampu mempertahankan daya hidup apeks setelah perlakuan suhu 40°C. Oleh karena itu, metode HWT perlu dioptimasi lebih lanjut untuk dapat mempertahankan daya hidup apeks setelah perlakuan suhu yang lebih tinggi dari 40°C.

HWT secara Tidak Langsung Tanpa Saringan

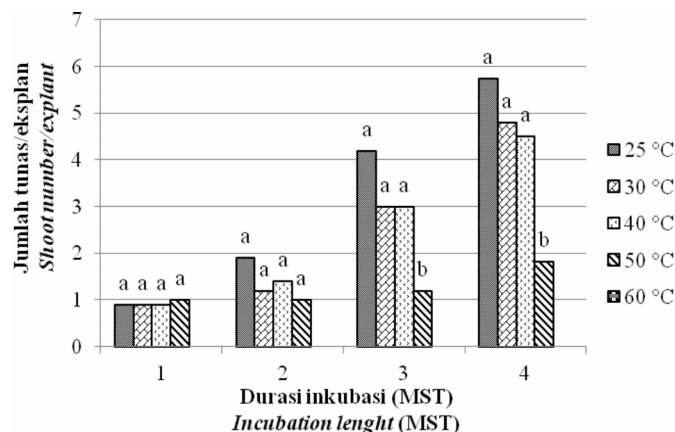
Pada metode HWT secara tidak langsung tanpa saringan, apeks dapat hidup pada suhu yang lebih tinggi, yaitu 50°C. Pada suhu tinggi tersebut, daya hidup apeks mencapai 26,7% (Gambar 5). NOVERIZA *et al.* (2012) juga menyatakan bahwa setek batang nilam varietas Sidikalang, Lhokseumawe, dan Tapak Tuan dapat bertahan hidup setelah direndam dalam air panas pada suhu 50°C, namun tidak mampu bertahan hidup pada suhu yang lebih tinggi.



Gambar 5. Pengaruh HWT secara tidak langsung tanpa saringan terhadap daya hidup dan tumbuh apeks tebu PS864
Figure 5. The effect of indirect HWT without metal sieve filter on the survival and growth rate of sugar cane apices PS864

Pada percobaan ini, apeks dapat bertahan hidup dan tumbuh setelah HWT hingga 40°C. Setelah perlakuan suhu 50°C, daya hidup dan daya tumbuh apeks menurun (26,7%). Penambahan air panas merupakan salah satu penyebab *thermo-shock*, mengingat eksplan yang mengapung di permukaan terpapar suhu tinggi secara

langsung. DAMAYANTI *et al.* (2010) melaporkan bahwa peningkatan suhu pada HWT dapat mempengaruhi daya hidup hingga 10% pada stek tebu. SUTRAWATI *et al.* (2010) juga menyatakan bahwa derajat toleransi suhu tinggi suatu tanaman merupakan faktor pembatas pada metode HWT.



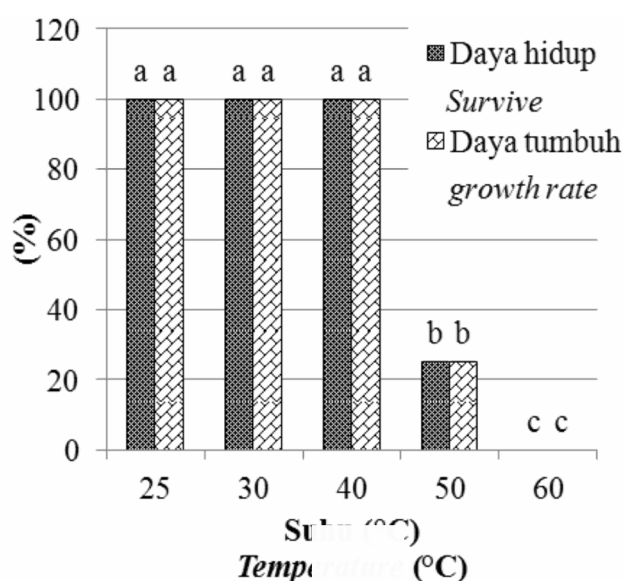
Gambar 6. Pengaruh HWT secara tidak langsung tanpa saringan terhadap jumlah tunas yang terbentuk dari apeks tebu PS864
Figure 6. The effect of indirect HWT without metal sieve filter on the shoot number of sugar cane cultures PS864.

Apeks yang mengalami proses pemanjangan tunas dapat tumbuh dan bermultiplikasi pada metode HWT secara tidak langsung tanpa saringan. Jumlah tunas yang dihasilkan dari metode tersebut tidak berbeda nyata pada 1 MST (nilai F 1,2) dan 2 MST (1,16). Namun, pada periode berikutnya, terjadi perbedaan nyata pada jumlah tunas yang dihasilkan dari biakan yang berasal dari perlakuan 50°C dengan perlakuan suhu lainnya. Tunas mampu tumbuh dan bermultiplikasi setelah perlakuan suhu 50°C dengan metode tersebut (kurang dari 2 tunas/eksplan) dibandingkan dengan HWT secara langsung (tidak ada tunas). Hal ini menunjukkan HWT secara tidak langsung tanpa saringan dapat mengurangi pengaruh *thermo-shock* setelah suhu tinggi hingga 50°C. Namun demikian, tingkat multiplikasi tunas masih relatif rendah. Metode HWT secara tidak langsung tanpa saringan cukup efektif dalam mengurangi *thermo-shock*, namun tidak tercelupnya seluruh bagian eksplan, khususnya bagian titik tumbuh (meristem), berpotensi mengurangi efektivitas dalam eliminasi virus. Oleh karena itu, diperlukan optimasi metode pemanasan agar dapat mengurangi pengaruh kerusakan fisik dan meningkatkan efektivitas eliminasi virus.

HWT secara Tidak Langsung dengan Saringan

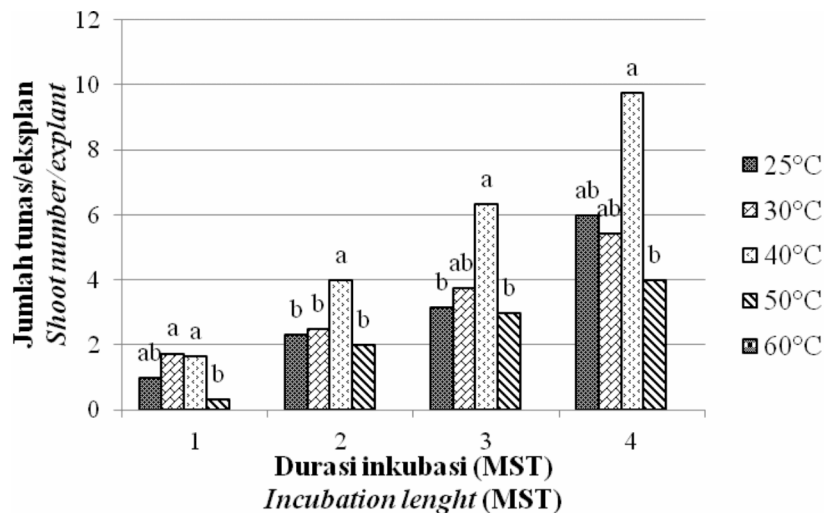
Pada metode HWT secara tidak langsung dengan saringan, 25% apeks mampu hidup pada suhu 50°C. Pada metode ini, daya hidup dan daya tumbuh dapat mencapai 100% setelah perlakuan suhu 25–40°C, bahkan sejak 1 MST (Gambar 7). Hal tersebut menunjukkan bahwa metode tersebut mampu mengurangi pengaruh negatif akibat isolasi apeks dan *thermo-shock*.

Penggunaan saringan mampu mengurangi *thermo-shock* dengan meningkatkan jumlah tunas yang tumbuh pada suhu 50°C (4 tunas/eksplan). Namun, pada HWT dengan suhu 60°C tidak ada tunas yang hidup (Gambar 8). Hasil tersebut lebih baik dibandingkan pada metode HWT secara tidak langsung tanpa saringan (2 tunas/eksplan) (Gambar 5). Pada penelitian ini juga diperoleh bahwa jumlah tunas pada suhu 40°C merupakan perlakuan dengan jumlah tunas terbanyak hingga 4 MST (10 tunas/eksplan). Suhu 40°C diduga menyebabkan terpacunya reaksi enzimatik dan suhu yang lebih tinggi (50–60°C) menyebabkan kerusakan oksidatif dan lisis dari sel-sel yang menyusun meristem. Untuk membuktikannya, dilakukan analisis histologi.



Gambar 7. Pengaruh HWT secara tidak langsung dengan saringan terhadap daya hidup dan tumbuh apeks tebu PS864

Figure 7. The effect of indirect HWT by using metal sieve filter on the survival and growth rate of sugar cane apices PS864

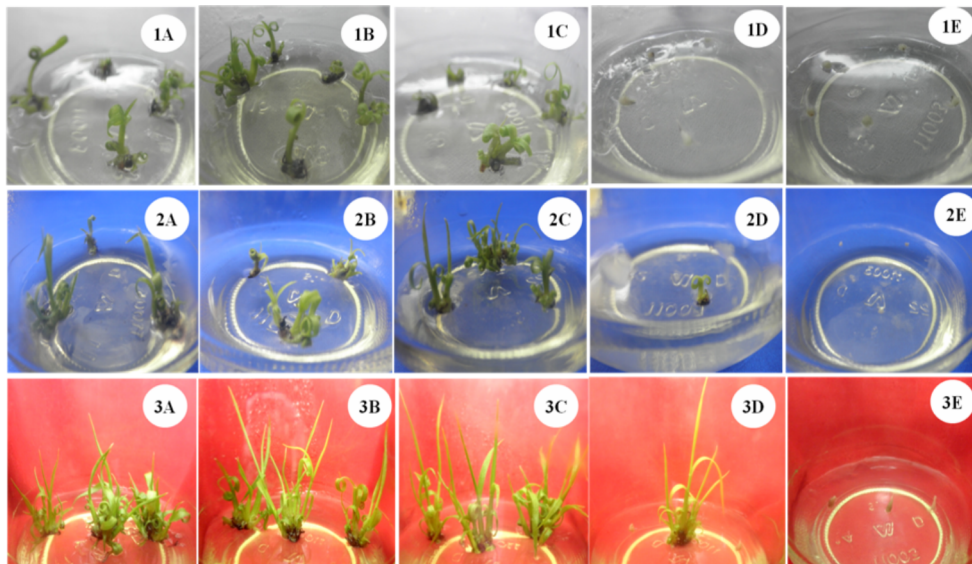


Gambar 8. Pengaruh HWT secara tidak langsung dengan saringan terhadap jumlah tunas yang terbentuk dari apeks tebu PS864

Figure 8. Effect of indirect HWT by using metal sieve filter on the shoot number of sugar cane cultures PS864

Pada penelitian ini, metode HWT yang efektif adalah metode yang mampu mempertahankan daya hidup dan tumbuh setelah perlakuan suhu tertinggi, serta memberikan tingkat multiplikasi yang tinggi. Dengan demikian, metode HWT secara tidak langsung dengan saringan merupakan metode yang optimal sebab mampu mengatasi permasalahan *thermo-shock* saat perlakuan suhu tinggi (hingga 50°C).

Suhu inaktivasi termal virus berkisar antara 55 sampai 60°C. Namun, pada suhu tersebut bagal tebu tidak mampu tumbuh (DAMAYANTI *et al.*, 2010). Pada penelitian ini, HWT pada apeks tebu hasil perbanyakan secara kultur *in vitro* mampu tumbuh hingga suhu 50°C. Suhu tersebut diduga belum mampu mengeliminasi virus terbawa apeks, namun metode tersebut dapat dikombinasikan dengan teknik eliminasi virus lainnya untuk meningkatkan efektivitas eliminasi virus.



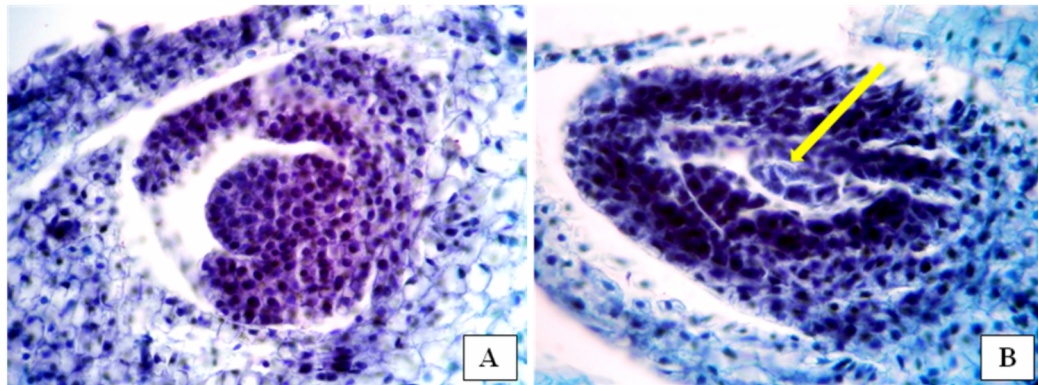
Gambar 9. Pengaruh tiga metode HWT terhadap pertumbuhan apeks tebu PS864: secara langsung (1), tidak langsung tanpa saringan (2), dan tidak langsung dengan saringan (3) pada suhu 25 (A), 30 (B), 40 (C), 50 (D), dan 60°C (E)

Figure 9. The effect of three kinds of HWT methods on the growth of sugar cane apexes PS864: direct (1), indirect without metal sieve filter (2), and indirect with metal sieve filter (3) on temperature rate of 25 (A), 30 (B), 40 (C), 50 (D), and 60°C (E)

Analisis Histologi

Kerusakan secara fisik akibat perlakuan suhu yang ekstrim (60°C) mengakibatkan sel pada bagian meristem mengerut/mengisut sehingga terlihat ruang antar sel menjadi lebih renggang (Gambar 9B). Bagian meristem dari apeks yang diberi perlakuan suhu 25°C (kontrol) terlihat jarak antar sel sangat rapat, dengan sitoplasma lebih

pekat, dan inti sel terlihat sangat jelas (menyerap zat pewarna) pada bagian meristem (Gambar 9A). Mengerutnya sel-sel tersebut diduga terjadi sebagai akibat dari dehidrasi. Dehidrasi yang berlebihan berpeluang menyebabkan plasmolisis yang *irreversible* sehingga bersifat letal dan menyebabkan nekrosis jaringan yang ditandai dengan jaringan menjadi hitam/coklat.



Gambar 9. Pengaruh HWT terhadap sel-sel penyusun meristem dari apeks tebu PS864 pada suhu 25 (A) dan 60°C (B). Tanda panah menunjukkan pelebaran ruang antar sel

Figur 9. The effect of indirect HWT cell of sugar cane apex on 25 (A) and 60°C (B). The arrows indicated intercellular space dilatation

Kerusakan sel pada tanaman tebu terjadi karena sitoplasma tertarik keluar dari dinding sel (MELO *et al.*, 2010). Namun, kerusakan sel yang diakibatkan oleh perlakuan desikasi tersebut masih dapat pulih melalui proses rehidrasi setelah tiga hari pada media kultur. Pada penelitian ini, HWT pada suhu ekstrim (60°C) menyebabkan kerusakan fisik yang permanen, yaitu tidak hanya keluarnya cairan sitoplasma pada sel, tetapi juga kerusakan membran sel sehingga sel-sel tidak mampu pulih dan apeks tidak dapat hidup dan tumbuh kembali.

KESIMPULAN DAN SARAN

HWT dapat mengakibatkan terhambatnya multiplikasi tunas, bahkan kematian apeks pada suhu ekstrem 50 dan 60°C. Namun, apeks mampu tumbuh pada suhu 50°C dengan metode HWT secara tidak langsung. Metode HWT secara tidak langsung dengan saringan merupakan metode HWT yang paling optimal. Metode tersebut mampu memberikan daya hidup dan tumbuh apeks hingga 25%, dengan jumlah tunas yang lebih tinggi (4 tunas/eksplan) pada suhu ekstrem 50°C. Namun demikian, metode ini diperkirakan tidak dapat membunuh virus terbawa apeks yang tahan terhadap suhu pemanasan lebih dari 50°C. Oleh karena itu, dalam upaya meningkatkan efektivitas eliminasi virus, metode tersebut disarankan dikombinasikan dengan teknik eliminasi virus yang lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Seluruh anggota tim peneliti mengucapkan terima kasih kepada Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (Balitbang Pertanian) yang telah menyediakan dana penelitian ini melalui Program KKP3N dengan nomor register 810/LB.620/I.1/2/2013.

DAFTAR PUSTAKA

- ALAM, I., S.A. SHARMIN, M.K. NAHER, M.J. ALAM, M. ANISUZZAMAN, and M.F. ALAM. 2010. Effect of growth regulators on meristem culture and plantlet establishment in sweet potato [*Ipomoea batatas* (L.) Lam.]. *Plant Omics Journal*. 3(2): 35-39.
- ALI, M.B., E-J. HAHN, and K-Y. PAEK. 2005. Effects of temperature on oxidative stress defense systems, lipid peroxidation, and lipoxygenase activity in *Phalaenopsis*. *Plant Physiology and Biochemistry*. 43: 213-223.
- AL-WHAIBI, M.H. 2011. Plant heat-shock proteins: A mini review. *Journal of King Saud University – Science*: 23: 139-150.
- ASNAWI, A.H. 2009. Growth and Production of Sugar cane (*Saccharum officinarum*) PS864 Variety at Various Infection Level of *Sugarcane Streak Mosaic Virus* (SCSMV) (Thesis). Brawijaya University, Malang. 44 p.

- BAILEY, R.A. 2004. Diseases. *Dalam*: James, G. (ed). 2nd Edition. Sugar cane. Blackwell Science Ltd, Oxford. p. 54-77.
- BITTNER, H., G. SCHENK, G. SCHUSTER, and S. KLUGE. 1989. Elimination by chemotherapy of *Potato virus S* from potato plants grown *in vitro*. *Potato Research*. 32(2): 175-179.
- DAMAYANTI, T.A., L.K. PUTRA, and GIYANTO. 2010. Hot water treatment of cutting-cane infected with *Sugar cane streak mosaic virus* (SCSMV). *J. ISSAAS*. 16(2):17-25.
- DITJENBUN. 2013. Mendorong Bangkitnya Industri Pergulaan Nasional. Direktorat Jenderal Perkebunan. <http://ditjenbun.pertanian.go.id/>. [diunduh Tgl. Januari 2014].
- EL FAR, M.M.M. and A. ASHOUB. 2009. Utility of thermotherapy and meristem tip for freeing sweetpotato from viral infection. *Aust. J. Basic & Appl. Sci.* 3(1): 153-159.
- MAHARLIKA, F.P.P. 2009. Pengaruh Perlakuan Air Panas untuk Mengurangi Intensitas SCSMV (*Sugar cane Streak Mosaic Virus*) pada Bibit Tebu (*Saccharum officinarum* L) Varietas PS864 (Skripsi). Universitas Brawijaya, Malang. 32 hlm.
- MELO, C.G., M.H.P. BARBOSA, S.Y. MOTOIKE, M.V. SABINO, M.C. VENTRELLA, L.A. PETERNELLI, and M.A.R. OLIVEIRA. 2010. Preculture sugar cane tissue in sucrose-supplemented culture medium to induce desiccation tolerance. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*. 11: 320-329.
- MURASHIGE, T. and F. SKOOG F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum*. 15: 473-497.
- NOVERIZA, R., G. SUASTIKA, S.H. HIDAYAT, dan U. KARTOSUWOND. 2012. Eliminasi *Potyvirus* penyebab penyakit mosaik pada tanaman nilam dengan kultur meristem apikal dan perlakuan air panas pada setek batang. *Jurnal Littri*. 18(3): 107-114.
- RAMGAREEB, S., S.J. SNYMAN, T.V. ANTWERPEN, and R.S. RUTHERFORD. 2010. Elimination of virus and rapid propagation of disease-free sugar cane (*Saccharum* spp. cultivar NCo376) using apical meristem culture. *Plant Cell Tiss. Organ Cult.* 100: 175-181.
- ROOSTIKA, I., I. DARWATI, dan YUDIWANTI. 2013. Peningkatan keragaman genetik purwoceng melalui iradiasi sinar gamma dan seleksi *in vitro*. *Jurnal Littri*. 19(2): 88-98.
- SUTIKNO. 2014. Petunjuk Mikroteknik Tumbuhan. Laboratorium Mikroteknik dan Embriologi Tumbuhan. Yogyakarta: Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada. 38 hlm.
- SUTRAWATI, M., G. SUASTIKA, dan SOBIR. 2010. Eliminasi *Pineapple mealybug wilt-associated virus* (PMWaV) dari tanaman nenas dengan *hot water treatment*. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*. 12(1): 19-25.
- WANG, Q., and J.P.T. VALKONEN. 2008. Cryotherapy of shoot tips: novel pathogen eradication method. *Trends in Plant Science*. 14(3): 119-122.

PEMBENTUKAN KALUS DAN EMBRIO SOMATIK KAKAO MENGGUNAKAN THIDIAZURON MELALUI SATU TAHAP INDUKSI KALUS

Callogenesis and Somatic Embryogenesis of Cacao using Thidiazuron through One Step of Callus Induction

NUR AJIJAH¹⁾, RUBIYO¹⁾, dan SUDARSONO²⁾

¹⁾ Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar

Jalan Raya Pakuwon Km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357

²⁾ Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, IPB

Jalan Meranti, Darmaga, Bogor 16680

e-mail: jijah_ridwan@yahoo.co.id

(Diterima: 21-8-2014; Direvisi: 5-11-2014; Disetujui: 13-11-2014)

ABSTRAK

Embriogenesis somatik kakao (*Theobroma cacao* L.) telah banyak dilaporkan dengan penggunaan zat pengatur tumbuh (ZPT) yang bervariasi. Penggunaan thidiazuron untuk menginduksi embriogenesis somatik kakao telah dilaporkan melalui dua tahap induksi kalus. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas thidiazuron menginduksi embriogenesis somatik kakao melalui satu tahap induksi kalus. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kultur Jaringan Unit Pengembangan Benih Unggul, Badan Litbang Pertanian, Bogor. Empat taraf thidiazuron (0; 2,5; 5,0; dan 10 µg/l) dikombinasikan dengan 2,4-D 2 mg/l digunakan untuk menginduksi kalus dan embrio somatik 3 klon kakao (TSH858, Sca6, dan ICS13) menggunakan eksplan mahkota bunga dan staminoid. Media dasar DKW tanpa ZPT digunakan sebagai kontrol. Penelitian disusun dalam rancangan lingkungan acak lengkap dengan lima ulangan. Setiap unit percobaan terdiri dari sepuluh eksplan. Peubah yang diamati meliputi persentase pembentukan kalus umur 2 dan 4 minggu, penampakan visual kalus, persentase eksplan membentuk embrio somatik, dan jumlah embrio somatik per eksplan umur 10 dan 14 minggu. Kalus terbentuk pada media dengan penambahan hanya 2,4-D atau 2,4-D + thidiazuron, namun embrio somatik hanya terbentuk pada media dengan penambahan 2,4-D + thidiazuron. Pembentukan kalus dan embrio somatik sangat dipengaruhi oleh tipe eksplan dan genotipe. Klon Sca6 lebih responsif dibandingkan TSH858 dan ICS13 dan eksplan staminoid lebih responsif dibandingkan mahkota bunga. Hasil studi ini menunjukkan terdapat pengaruh interaksi yang kuat antara ZPT, genotipe, dan tipe eksplan terhadap pembentukan kalus dan embrio somatik kakao serta tidak terdapat perbedaan hasil yang nyata antara pembentukan embrio somatik melalui satu dan dua tahap induksi kalus.

Kata kunci: *Theobroma cacao* L., genotipe, eksplan, zat pengatur tumbuh

ABSTRACT

Somatic embryogenesis of cacao (*Theobroma cacao* L.) has been widely reported with varied of plant growth regulators (PGR) used. The use of thidiazuron in inducing somatic embryogenesis of cacao has been reported through a two-step callus induction. The study aimed to evaluate the effectiveness of thidiazuron in inducing somatic embryogenesis of cacao through a one-step of callus induction. The study was conducted at the tissue culture laboratory of Agricultural Seed Development Unit, Indonesian Agency for Agricultural Research and Development, Bogor. Four levels of thidiazuron (0; 2.5; 5.0; and 10 µg/l) in combination with 2 mg/l 2,4-D were used for inducing callogenesis and somatic embryogenesis of three cacao clones (TSH858, Sca6, and ICS13) using

petals and staminoids explants. DKW basal medium without PGR was used as a control. The result showed that callus were formed on medium containing only 2,4-D or 2,4-D + thidiazuron, while embryos were only formed on medium containing 2,4-D + thidiazuron. The formation of callus and somatic embryos were highly affected by explant types and genotypes. Sca6 clone was more responsive than TSH858 and ICS13 and staminoids were more responsive than petals. The results of this study revealed that there was a strong interaction between the PGRs, genotypes, and explant types on the formation of cacao callus and somatic embryos. Results of this study also showed no significant difference between the formation of somatic embryos through one and two steps of callus induction.

Keywords: *Theobroma cacao* L., genotypes, explants, plant growth regulators

PENDAHULUAN

Secara alami, kakao merupakan tanaman menyerbuk silang sehingga memiliki tingkat heterozigositas yang tinggi. Sebagai konsekuensinya, perbanyakan secara generatif menggunakan biji akan menghasilkan tanaman yang secara genetik tidak sama. Disamping itu, tanaman kakao yang berasal dari biji juga sering menunjukkan hasil yang tidak sama dengan induknya, baik dari sisi produksi maupun ketahanan terhadap penyakit, disebabkan oleh adanya segregasi. Perbanyakan genotipe unggul kakao secara klonal diharapkan menjadi solusi. Namun demikian, perbanyakan klonal secara konvensional melalui penyambungan dan stek masih dihadapkan pada kendala laju multiplikasi yang rendah dan pola pertumbuhan tajuk yang tidak diinginkan. Perbanyakan melalui kultur jaringan diharapkan mampu mengatasi masalah ini.

Pengembangan metode regenerasi kakao melalui kultur jaringan tidak saja penting untuk tujuan perbanyakan klon-klon unggul, namun juga berkaitan dengan perbaikan sifat. Kakao budidaya yang ada pada saat ini dilaporkan memiliki latar belakang genetik yang sempit. Induksi mutasi secara *in vitro* diharapkan dapat membantu

meningkatkan keragaman genetik dan menghasilkan varian-varian baru dengan sifat-sifat yang diinginkan, seperti ketahanan terhadap penyakit atau sifat baru lainnya yang tidak ada di dalam populasi alami. Pemuliaan secara *in vitro* diharapkan mampu mempercepat pencapaian program pemuliaan kakao.

Metode regenerasi kakao melalui embriogenesis somatik telah dilaporkan (LI *et al.*, 1998; WINARSIH *et al.*, 2003; TAN dan FURTEK, 2004; SILVA *et al.*, 2008; AVIVI *et al.*, 2010), namun masih dihadapkan pada kendala, yaitu genotipe tertentu tidak mampu atau memiliki kemampuan yang rendah untuk membentuk embrio somatik (SILVA *et al.*, 2008). Zat pengatur tumbuh (ZPT) 2,4-D digunakan hampir pada semua protokol yang dikembangkan pada saat ini yang dikombinasikan dengan berbagai tipe sitokinin, meliputi adenin, kinetin, 2ip, dan thidiazuron (TDZ) (LI *et al.*, 1998; WINARSIH *et al.*, 2003; TAN dan FURTEK, 2004).

Penggunaan TDZ untuk menginduksi embriogenesis somatik kakao telah dilaporkan melalui dua tahap induksi kalus (LI *et al.*, 1998). Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas TDZ menginduksi embriogenesis somatik kakao melalui satu tahap induksi kalus.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di laboratorium kultur jaringan Unit Pengembangan Benih Unggul, Badan Litbang Pertanian, Bogor mulai Juni 2011 sampai April 2012.

Bahan tanaman diperoleh dari kebun induk PT Bumi Loka Swakarya Jampang, Sukabumi, berupa kuncup bunga kakao klon TSH858, ICS13, dan Sca6. Setelah sampai di laboratorium, eksplan disimpan di dalam lemari es sampai dilakukan penanaman pada keesokan harinya.

Kuncup bunga disterilisasi di dalam *laminair air flow* menggunakan klorox 5% selama 10 menit kemudian dibilas aquades steril sebanyak tiga kali. Mahkota bunga dan staminoid dipisahkan di dalam cawan petri steril dengan menggunakan pisau (*scalpel*) dan pinset berujung runcing yang steril.

Induksi Kalus

Eksplan mahkota bunga dan staminoid klon TSH858, ICS13, dan Sca6 dikulturkan pada media induksi kalus menggunakan metode LI *et al.* (1998) yang dimodifikasi. Modifikasi meliputi penghilangan tahapan induksi kalus sekunder pada media pertumbuhan kalus sekunder. Media induksi kalus terdiri dari hara makro dan mikro serta vitamin sesuai dengan komposisi media dasar Driver, Kuniyuki, dan Walnut (DKW) dengan penambahan glutamin 250 mg/l, glukosa 20 g/l, dan ZPT 2,4-D 2 mg/l yang dikombinasikan dengan TDZ (0; 2,5; 5,0; dan 10 µg/l). Media DKW tanpa ZPT digunakan sebagai kontrol. Sebagai bahan pematat digunakan gelrite 2 g/l. pH media sebelum di-*autoclave* diukur pada level 5,8 menggunakan

KOH 0,1N. Sterilisasi media dilakukan pada suhu 121°C selama 15 menit dengan tekanan 1,5 atm. Kultur diinkubasi pada suhu 24 sampai 26°C dalam keadaan gelap sampai terbentuk kalus.

Embriogenesis Somatik

Setelah empat minggu, kalus nodular yang terbentuk pada media induksi kalus disubkultur pada media DKW tanpa ZPT untuk menginduksi pembentukan embrio somatik. Subkultur ke dalam media yang sama dilakukan setiap dua minggu sampai terbentuk embrio somatik fase kotiledon. Kultur diinkubasi pada suhu 24 sampai 26°C dalam keadaan gelap.

Pengamatan Mikroskop

Pengamatan mikroskopik dilakukan menggunakan mikroskop AxioVision (Zeiss) yang dilengkapi dengan kamera AxioCam (Zeiss). Kamera dihubungkan dengan komputer yang dilengkapi dengan perangkat lunak AxioVision Release 4.8.2.

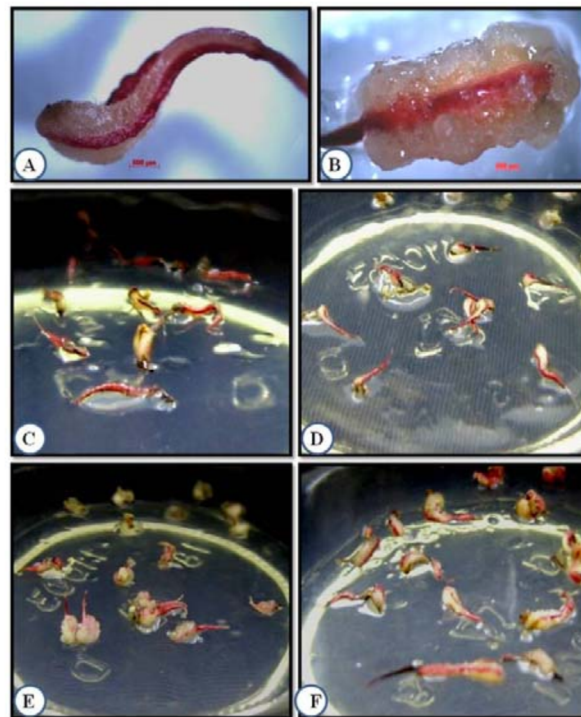
Rancangan Percobaan dan Analisis Statistik

Percobaan disusun dalam rancangan Lingkungan Acak Lengkap dengan lima ulangan. Setiap unit percobaan terdiri dari 10 eksplan. Pengamatan dilakukan terhadap persentase eksplan membentuk kalus dan penampakan visual kalus umur 2 dan 4 minggu setelah kultur (MSK), serta persentase eksplan membentuk embrio dan jumlah embrio per eksplan umur 10 dan 14 MSK. Data yang diperoleh dianalisis ragam dilanjutkan uji Duncan atau uji T pada taraf $\alpha = 0,05$ menggunakan program SPSS 20.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Induksi Kalus

Pembentukan kalus diawali dengan pembengkakan eksplan pada umur 3 sampai 5 hari setelah kultur (Gambar 1A). Dua minggu setelah kultur seluruh eksplan yang respon telah membentuk kalus sehingga dapat dilakukan perhitungan persentase eksplan yang membentuk kalus dari masing-masing perlakuan. Pada awalnya, kalus yang terbentuk berwarna putih atau putih agak krem (Gambar 1B). Setelah empat minggu kalus menjadi berwarna krem kekuningan dan membentuk struktur nodular (*nodular callus*) (Gambar 2A). Pembentukan kalus dipengaruhi sangat nyata oleh tipe eksplan, genotipe, ZPT, dan interaksi di antara ketiganya. Adanya pengaruh interaksi ini mengindikasikan bahwa faktor genotipe, jenis eksplan, dan perlakuan ZPT di dalam media tidak berdiri sendiri dalam mempengaruhi pembentukan kalus kakao.



Gambar 1. Pembengkakan eksplan staminoid lima hari setelah kultur (A), pembentukan kalus dari bagian tepi eksplan staminoid (B), kalus dari eksplan staminoid pada media tanpa ZPT (C), media dengan penambahan hanya 2,4-D (D) serta media dengan penambahan 2,4-D + TDZ dari klon Sca6, (E) dan ICS13 (F) dua minggu setelah kultur

Figure 1. Swelling of the staminoid explant 5 days after culture (A), callus formation from the edge of staminoid explants (B), callus from staminoid explants on medium without plant growth regulators (PGR) (C), medium with the addition of only 2,4-D (D), and medium supplemented with 2,4-D + TDZ of Sca6 (E) and ICS13 (F) clones two weeks after culture

Pada penelitian ini kalus kakao dapat terbentuk pada media dengan hanya penambahan 2,4-D atau 2,4-D + TDZ. Namun, pembentukan kalus pada media yang mengandung hanya 2,4-D lebih lambat dibandingkan pada media dengan penambahan 2,4-D + TDZ, yaitu baru teramati setelah 4 MSK (Tabel 1). Pemberian TDZ pada semua taraf konsentrasi yang diuji mendorong pembentukan kalus secara nyata pada ketiga klon yang diuji dibandingkan dengan hanya penambahan 2,4-D. Peningkatan pembentukan kalus ini terlihat baik dari eksplan staminoid maupun mahkota bunga, yaitu dari eksplan staminoid umur 2 MSK dan eksplan staminoid serta mahkota bunga umur 4 MSK (Tabel 1).

Terdapat perbedaan respon pembentukan kalus yang nyata dari eksplan mahkota bunga dan staminoid pada media dengan penambahan 2,4-D dan TDZ pada ketiga klon yang diuji umur 2 MSK, namun perbedaannya tidak nyata setelah 4 MSK, kecuali pada perlakuan DKW + 2,4-D 2 mg L^{-1} D klon TSH 858 serta DKW + 2,4-D 2 mg L^{-1} + TDZ 2.5 ug L^{-1} dan DKW + 2,4-D 2 mg L^{-1} + TDZ 2.5 ug L^{-1} klon Sca 6 (Tabel 1). Pada umur 2 MSK serta perlakuan DKW + 2,4-D 2 mg L^{-1} + TDZ 2.5 ug L^{-1} dan DKW + 2,4-D 2 mg L^{-1} + TDZ 2.5 ug L^{-1} klon Sca 6 umur 4 MSK, staminoid menunjukkan rata-rata persentase pembentukan

kalus yang nyata lebih tinggi dibandingkan mahkota bunga, sedangkan pada perlakuan DKW + 2,4-D 2 mg L^{-1} D klon TSH 858 umur 4 MSK rata-rata pembentukan kalus dari mahkota bunga nyata lebih tinggi dibandingkan dari staminoid (Tabel 1). Adanya perbedaan respon pembentukan kalus di antara klon dan eksplan organ bunga kakao juga dilaporkan WINARSIH *et al.* (2003), ISSALI *et al.* (2008) dan AVIVI *et al.* (2010). Demikian juga pengaruh interaksi antara genotipe, komposisi ZPT dan eksplan terhadap pembentukan kalus kakao dilaporkan WINARSIH *et al.* (2003) dan ISSALI *et al.* (2008). Menurut WINARSIH *et al.* (2003) hampir semua jaringan bunga kakao mudah berkalus, namun respon dari setiap organ bunga dan klon kakao terhadap media berbeda. Adanya perbedaan respon pembentukan kalus embriogenik dari eksplan organ bunga juga dilaporkan oleh STEFANELLO *et al.* (2005) pada tanaman *Feijoa sellowiana*. STEFANELLO *et al.* (2005) juga melaporkan bahwa pembentukan kalus dari organ bunga sangat dipengaruhi oleh komposisi ZPT. Hasil penelitian ini menunjukkan penggunaan TDZ 5 ug/l lebih sesuai untuk pembentukan kalus klon Sca6 dari eksplan mahkota bunga, sedangkan untuk eksplan staminoid dan mahkota bunga dari klon TSH858 dan ICS13 tidak terdapat perbedaan yang nyata di antara penggunaan TDZ 2,5; 5,0; dan 10 ug/l umur

4 MSK (Tabel 1). TDZ merupakan kelompok difenil urea yang berperan dalam meningkatkan akumulasi dan translokasi auksin IAA di dalam jaringan (SCHULZE, 2007).

Hasil penelitian ini menunjukkan tidak ada kalus yang terbentuk pada perlakuan tanpa ZPT (Tabel 1). Hal ini menunjukkan kandungan hormon endogen di dalam jaringan mahkota bunga dan staminoid tidak cukup untuk membentuk kalus kakao sehingga diperlukan penambahan ZPT ke dalam media induksi kalus. Sitokinin dan auksin diperlukan untuk mendorong pembelahan dan proliferasi sel terutama pada tanaman dikotiledon (VAN STADEN *et al.*,

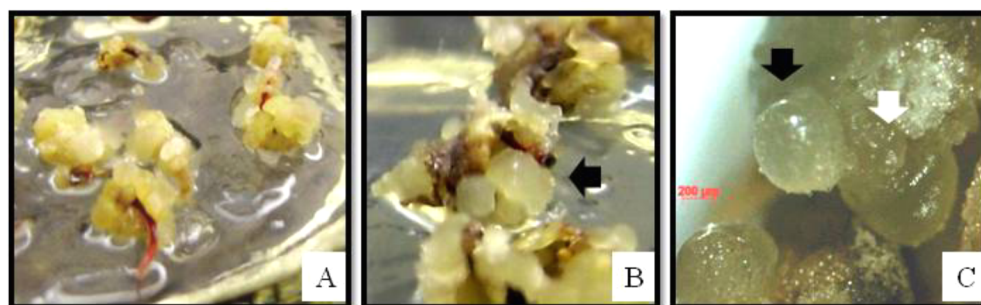
2008) serta pembentukan kalus embriogenik pada sebagian besar spesies tanaman (VON ARNOLD, 2008). Kakao merupakan tanaman dikotiledon.

Struktur, seperti embrio globular dan hati, yang berukuran sekitar 300-500 μm (Gambar 2B dan C) terkadang teramati di bawah mikroskop umur empat minggu pada media induksi kalus yang mengandung 2,4-D dan TDZ. Namun, subkultur struktur tersebut ke dalam media yang sama tidak menghasilkan perkembangan embrio yang lebih lanjut.

Tabel 1. Pengaruh komposisi zat pengatur tumbuh, genotipe dan eksplan terhadap pembentukan kalus kakao 2 dan 4 MSK.
Table 1. Effect of plant growth regulators, genotypes and explant types on callus formation of cacao 2 and 4 WAC.

Komposisi media/Medium composition	Eksplan membentuk kalus (%) / Callusing explants (%)					
	TSH 858/TSH 858		Sca 6/Sca 6		ICS 13/ICS 13	
	Mahkota bunga/ Petals	Staminoid/ Staminoids	Mahkota bunga/ Petals	Staminoid/ Staminoids	Mahkota bunga/ Petals	Staminoid/ Staminoids
2 MSK/2 WAC						
DKW/DKW	0.00aA	0.00bA	0.00aA	0.00bA	0.00aA	0.00bA
DKW + 2,4-D 2 mg L ⁻¹ / DKW + 2,4-D 2 mg L ⁻¹	0.00aA	0.00bA	0.00aA	0.00bA	0.00aA	0.00bA
DKW + 2,4-D 2 mg L ⁻¹ + TDZ 2.5 ug L ⁻¹ / DKW + 2,4-D 2 mg L ⁻¹ + TDZ 2.5 ug L ⁻¹	16.70aB	78.27aA	10.00aB	100.00aA	0.00aA	0.00bA
DKW + 2,4-D 2 mg L ⁻¹ + TDZ 5 ug L ⁻¹ / DKW + 2,4-D 2 mg L ⁻¹ + TDZ 5 ug L ⁻¹	6.67aB	91.00aA	10.00aB	100.00aA	0.00aB	45.00aA
DKW + 2,4-D 2 mg L ⁻¹ + TDZ 10 ug L ⁻¹ / DKW + 2,4-D 2 mg L ⁻¹ + TDZ 10 ug L ⁻¹	6.22aB	98.00aA	10.00aB	100.00aA	6.67aB	50.00aA
4 MSK/4 WAC						
DKW/DKW	0.00cA	0.00bA	0.00cA	0.00bA	0.00bA	0.00bA
DKW + 2,4-D 2 mg L ⁻¹ / DKW + 2,4-D 2 mg L ⁻¹	55.00bB	15.00bA	0.00cA	0.00bA	0.00bA	12.00bA
DKW + 2,4-D 2 mg L ⁻¹ + TDZ 2.5 ug L ⁻¹ / DKW + 2,4-D 2 mg L ⁻¹ + TDZ 2.5 ug L ⁻¹	97.50aA	100.00aA	87.50aB	100.00aA	100.00aA	100.00aA
DKW + 2,4-D 2 mg L ⁻¹ + TDZ 5 ug L ⁻¹ / DKW + 2,4-D 2 mg L ⁻¹ + TDZ 5 ug L ⁻¹	100.00aA	100.00aA	100.00aA	100.00aA	100.00aA	100.00aA
DKW + 2,4-D 2 mg L ⁻¹ + TDZ 10 ug L ⁻¹ / DKW + 2,4-D 2 mg L ⁻¹ + TDZ 10 ug L ⁻¹	100.00aA	98.00aA	50.00bB	100.00aA	97.50aA	100.00aA

Keterangan: Huruf kecil yang sama pada kolom yang sama untuk masing-masing umur kultur dan huruf besar yang sama pada baris yang sama untuk masing-masing klon tidak berbeda nyata berdasarkan uji Jarak Berganda Duncan pada taraf $\alpha = 0.05$. MSK = minggu setelah kultur.
Note: Same small letter(s) in same column for each culture period and same capital letter(s) at same row for each clone are not significantly different based on Duncan's Multiple Range test at $\alpha = 0.05$. WAC = weeks after culture.



Gambar 2. Kalus nodular dari eksplan staminoid (A) serta pembentukan struktur globular (panah hitam, B,C) dan hati (panah putih, C) pada media induksi kalus yang mengandung 2,4-D + TDZ empat minggu setelah kultur

Figure 2. Nodular callus from staminoid explants (A) and formation of globular (black arrow, B,C) and hearts (white arrow, C) structure on callus induction medium containing 2,4-D + TDZ after four weeks of culture

Embriogenesis Somatik

Embrio somatik mulai terbentuk setelah enam minggu pada media tanpa ZPT atau umur sepuluh MSK (Gambar 3A). Tipe eksplan, genotipe, ZPT, dan interaksi ketiganya memberikan pengaruh yang nyata terhadap rata-rata persentase eksplan yang membentuk embrio dan jumlah embrio per eksplan umur 10 dan 14 MSK. Ketiga klon yang diuji menunjukkan respon pembentukan embrio somatik yang berbeda. Sekalipun struktur seperti embrio globular pada klon TSH858 telah teramati pada umur 4 MSK, namun tidak ada embrio yang berkembang lebih lanjut pada media tanpa ZPT. Respon pembentukan embrio yang rendah juga ditunjukkan oleh klon ICS13, tidak ada embrio yang terbentuk dari klon ICS13. Respon yang berbeda ditunjukkan oleh klon Sca6, embrio dapat terbentuk pada semua taraf konsentrasi TDZ yang diuji (Tabel 2 dan 3).

Adanya perbedaan respon genotipe pada embriogenesis somatik kakao juga telah dilaporkan sebelumnya (LI *et al.*, 1998; WINARSIH *et al.*, 2003; TRAORE dan GUILTINAN, 2006; ISSALI *et al.*, 2008; SILVA *et al.*, 2008; AVIVI *et al.*, 2010). Secara umum, kelompok genetik Forastero lebih responsif (embriogenik) dibandingkan Criollo, sedangkan Trinotario berada di antara keduanya (TRAORE dan GUILTINAN, 2006). Hasil studi ini juga mengindikasikan kelompok Forastero (Sca6) lebih embriogenik dibandingkan Trinitario (TSH858 dan ICS13). Adanya perbedaan respon embriogenik di antara genotipe merupakan hal yang banyak terjadi pada spesies tanaman budidaya, antara lain ditemukan pada *Vitis vinifera* L. (MALABI *et al.*, 2010), *Gossypium* spp. (GHAEMI, 2011), *Eleusine coracana* L. (CEASAR dan IGNACIMUTHU, 2008), dan *Ipomea batatas* L. (SEFASI, 2012).

Tabel 2. Pengaruh komposisi zat pengatur tumbuh dan eksplan terhadap rata-rata persentase eksplan membentuk embrio somatik kakao klon Sca 6 umur 10 dan 14 MSK.

Table 2. Effect of plant growth regulators and explant types on average percentage of embryo forming explants of Sca 6 clone at 10 and 14 WAC.

Komposisi media/Medium composition	Eksplan membentuk embrio somatik (%) / Embryo forming explants (%)			
	10 MSK/10 WAC		14 MSK/14 WAC	
	Mahkota bunga/ Petals	Staminoid/ Staminooids	Mahkota bunga/ Petals	Staminoid/ Staminooids
DKW/DKW	0.00aA	0.00bA	0.00aA	0.00bA
DKW + 2,4-D 2 mg L ⁻¹ /	0.00aA	0.00bA	0.00aA	0.00bA
DKW + 2,4-D 2 mg L ⁻¹				
DKW + 2,4-D 2 mg L ⁻¹ + TDZ 2.5 ug L ⁻¹ /	0.00aB	10.00aA	5.00aB	20.00aA
DKW + 2,4-D 2 mg L ⁻¹ + TDZ 2.5 ug L ⁻¹				
DKW + 2,4-D 2 mg L ⁻¹ + TDZ 5 ug L ⁻¹ /	2.50aB	10.00aA	10.00aB	25.00aA
DKW + 2,4-D 2 mg L ⁻¹ + TDZ 5 ug L ⁻¹				
DKW + 2,4-D 2 mg L ⁻¹ + TDZ 10 ug L ⁻¹ /	0.00aB	15.00aA	0.00aB	25.00aA
DKW + 2,4-D 2 mg L ⁻¹ + TDZ 10 ug L ⁻¹				

Keterangan: Huruf kecil yang sama pada kolom yang sama dan huruf besar yang sama pada baris yang sama untuk masing-masing umur kultur tidak berbeda nyata berdasarkan uji Jarak Berganda Duncan pada taraf $\alpha = 0.05$. MSK = minggu setelah kultur.

Note: Same small letter(s) in same column and same capital letter(s) at same row for each culture period are not significantly different based on Duncan's Multiple Range test at $\alpha = 0.05$. WAC = weeks after culture.

Perbedaan respon embriogenesis somatik juga ditunjukkan oleh kedua tipe eksplan yang diuji. Pembentukan embrio somatik dari eksplan mahkota bunga sangat rendah dibandingkan dari staminoid (Tabel 2 dan 3). Eksplan staminoid lebih direkomendasikan untuk pembentukan embrio somatik dari klon Sca6 menggunakan TDZ melalui satu tahap indukai kalus. Perbedaan respon ini kemungkinan disebabkan perbedaan kandungan hormon endogen pada masing-masing tipe eksplan (JIMENEZ, 2005).

Adanya perbedaan respon eksplan pada embriogenesis somatik kakao telah dilaporkan sebelumnya. Sebagian melaporkan bahwa staminoid lebih responsif dibandingkan mahkota bunga (TRAORE dan GUILTINAN, 2006). Sementara itu, WINARSIH *et al.* (2003) dan AVIVI *et al.* (2010) melaporkan eksplan mahkota bunga lebih responsif. Perbedaan hasil ini kemungkinan disebabkan oleh perbedaan komposisi media, ZPT, dan genotipe kakao yang digunakan.

Tabel 3. Pengaruh komposisi zat pengatur tumbuh dan eksplan terhadap rata-rata jumlah embrio somatik per eksplan klon Sca 6 umur 10 dan 14 MSK.

Table 3. Effect of plant growth regulatos and explant types on average number of embryos per explant of Sca 6 clone at 10 and 14 WAC

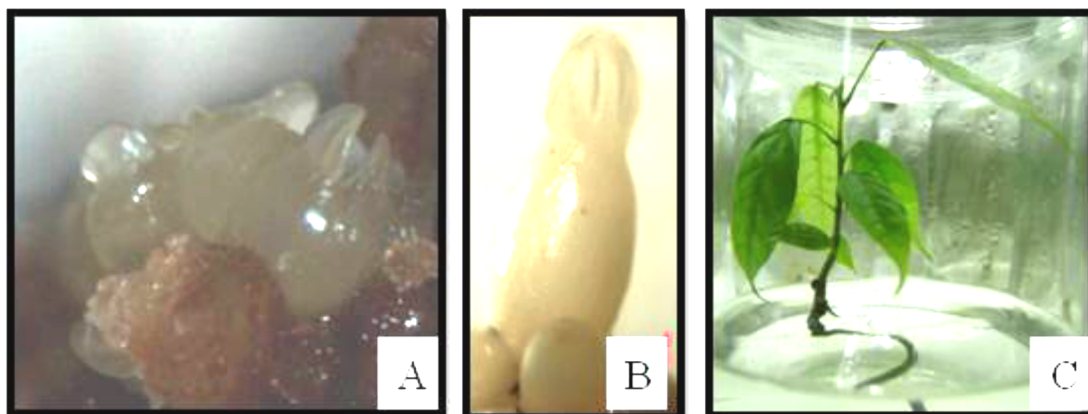
Komposisi media/Medium composition	Jumlah embrio somatik per eksplan/Numbers of embryos per explants			
	10 MSK/10 WAC		14 MSK/14 WAC	
	Mahkota bunga/ Petals	Staminoid/ Staminoids	Mahkota bunga/ Petals	Staminoid/ Staminoids
DKW/DKW	0.00aA	0.00cA	0.00aA	0.00bA
DKW + 2,4-D 2 mg L ⁻¹ / DKW + 2,4-D 2 mg L ⁻¹	0.00aA	0.00cA	0.00aA	0.00bA
DKW + 2,4-D 2 mg L ⁻¹ + TDZ 2.5 ug L ⁻¹ / DKW + 2,4-D 2 mg L ⁻¹ + TDZ 2.5 ug L ⁻¹	0.00aA	0.15bcA	0.15aB	1.15aA
DKW + 2,4-D 2 mg L ⁻¹ + TDZ 5 ug L ⁻¹ / DKW + 2,4-D 2 mg L ⁻¹ + TDZ 5 ug L ⁻¹	0.10aB	0.30abA	0.20aB	0.90aA
DKW + 2,4-D 2 mg L ⁻¹ + TDZ 10 ug L ⁻¹ / DKW + 2,4-D 2 mg L ⁻¹ + TDZ 10 ug L ⁻¹	0.00aB	0.50aA	0.00aB	1.45aA

Keterangan: Huruf kecil yang sama pada kolom yang sama dan huruf besar yang sama pada baris yang sama untuk masing-masing umur kultur idak berbeda nyata berdasarkan uji Jarak Berganda Duncan pada taraf $\alpha = 0.05$. MSK = minggu setelah kultur.

Note: Same small letter(s) in same column and same capital letter(s) at same row for each culture period are not sign ificantly different based on Duncan's Multiple Range test at $\alpha = 0.05$. WAC = weeks after culture.

Pemberian TDZ mendorong pembentukan embrio somatik secara nyata dari eksplan staminoid klon Sca6 (Tabel 2 dan 3). Pemberian TDZ juga mampu mendorong pembentukan embrio somatik dari eksplan mahkota bunga, namun secara statistik tidak berbeda nyata (Tabel 2 dan 3). Embrio somatik tidak terbentuk pada perlakuan tanpa ZPT atau hanya dengan penambahan 2,4-D. Hasil ini mengindikasikan bahwa tidak hanya diperlukan penambahan auksin ke dalam media, namun juga sitokinin untuk menginduksi pembentukan embrio somatik kakao. Taraf TDZ 10 $\mu\text{g/l}$ memberikan hasil yang lebih baik untuk pembentukan embrio somatik dari eksplan staminoid klon Sca6 melalui satu tahap induksi kalus, meskipun secara statistik tidak berbeda nyata dengan taraf TDZ lainnya, (Tabel 2 dan 3). Bersama auksin, sitokinin mempunyai

peran yang sangat penting di dalam embriogenesis somatik (KEPCZYNSKA dan KEPCZYNSKI, 2012). Menurut GUO *et al.* (2011) TDZ mempunyai efek auksin maupun sitokinin, TDZ juga mendorong biosintesa sitokinin endogen (RUZIC dan VUJOVIC, 2008). TDZ dilaporkan efektif untuk menginduksi embriogenesis somatik pada kopi (GIRIDHAR *et al.*, 2004) dan kurma (SIDKY dan ZAID, 2011). Tipe fenil urea lainnya juga dilaporkan efektif menginduksi embriogenesis somatik pada tanaman jeruk (CARRA *et al.*, 2006). Beberapa tipe sitokinin lain yang telah digunakan untuk menginduksi embriogenesis somatik kakao yang juga dikombinasikan dengan 2,4-D diantaranya adalah adenine (WINARSIH *et al.*, 2003; AVIVI *et al.*, 2010) dan 2ip (TAN dan FURTEK, 2004).



Gambar 3. Pembentukan embrio somatik fase kotiledon pada media tanpa ZPT (A dan B). Planlet asal embrio somatik yang diinduksi menggunakan 2,4-D dikombinasikan dengan TDZ

Figure 3. Formation of cotyledonary stage somatic embryo on medium without PGR (A and B) Plantlets regenerated from somatic embryos induced using 2,4-D and TDZ.

Pada tahap selanjutnya dilakukan pengujian untuk membandingkan pembentukan embrio somatik melalui satu tahap induksi kalus dengan pembentukan embrio somatik melalui dua tahap induksi kalus berdasarkan metode LI *et al.* (1998) menggunakan eksplan staminoid klon Sca6 dengan taraf TDZ 10 µg/l. Hasil studi menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang nyata di antara pembentukan embrio somatik melalui satu tahap induksi kalus yang dikembangkan di dalam studi ini dengan pembentukan embrio somatik melalui dua tahap induksi kalus, seperti yang dikembangkan oleh LI *et al.* (1998) (Tabel 4). Menurut LI *et al.* (1998) subkultur pada media pertumbuhan kalus sekunder menggunakan media WPM (*Woody Plant Media*) dengan penambahan kinetin dan 2,4-D dimaksud-

kan untuk menghindari pertumbuhan kalus yang intensif dan meningkatkan kapasitas embriogenik kalus. Namun, hasil studi ini menunjukkan tanpa subkultur pada media pertumbuhan kalus sekunder, embrio somatik dapat terbentuk dengan hasil yang tidak berbeda nyata dengan melalui dua tahap induksi kalus. Hasil studi ini menunjukkan subkultur pada media pertumbuhan kalus sekunder sebelum pada media tanpa ZPT tidak dapat meningkatkan pembentukan embrio somatik secara nyata (Tabel 4). Induksi embriogenesis somatik kakao melalui satu tahap induksi kalus dilaporkan WINARSIH *et al.* (2003) menggunakan media MS dengan penambahan 2,4-D dan adenin.

Tabel 4. Pembentukan embrio somatik dari eksplan staminoid klon Sca6 melalui satu dan dua tahap induksi kalus
Table 4. Formation of somatic embryos from staminoids of Sca6 clone through one and two steps of callus induction

Metode induksi kalus <i>Callus induction method</i>	Rata-rata eksplan membentuk embrio <i>Average of embryo forming explants (%)</i>		Jumlah embrio per eksplan <i>Number of embryos per explant</i>	
	10 MSK/ 10 WAC	14 MSK/ 14 WAC	10 MSK/ 10 WAC	14 MSK/ 14 WAC
Satu tahap/ <i>One step</i>	15,0 ± 5,00	24,0 ± 7,48	0,5 ± 0,27	1,3 ± 0,49
Dua tahap/ <i>Two steps</i>	5,0 ± 5,00	22,0 ± 1,44	0,4 ± 0,35	2,0 ± 1,46
<i>P-val</i>	0,207 ^{tn/ns}	0,761 ^{tn/ns}	0,630 ^{tn/ns}	0,841 ^{tn/ns}

Keterangan: ^{tn} tidak berbeda nyata berdasarkan uji t pada taraf $\alpha = 0,05$. Angka menunjukkan nilai rata-rata ± SE. MSK = Minggu Setelah Kultur.
Note: ^{ns} not significantly different according t test at $\alpha = 0.05$. Value indicating means ± SE. WAC = Weeks After Culture

Embrio fase kotiledon selanjutnya dikecambahkan pada media tanpa ZPT untuk membentuk planlet. Planlet yang terbentuk memiliki daun normal dan akar tunggang (Gambar 3C).

KESIMPULAN

Zat pengatur tumbuh, genotipe, dan tipe eksplan saling berinteraksi dalam mempengaruhi pembentukan kalus dan embrio somatik kakao. Klon Sca6 lebih responsif dibandingkan klon TSH858 dan ICS13. Demikian juga dengan eksplan staminoid lebih responsif dibandingkan mahkota bunga. Kalus dan embrio somatik kakao dapat diinduksi menggunakan TDZ dikombinasikan dengan 2,4-D melalui satu tahap induksi kalus. Tidak terdapat perbedaan hasil yang nyata antara pembentukan embrio somatik melalui satu dan dua tahap induksi kalus. Pembentukan embrio somatik melalui satu tahap induksi kalus lebih efisien karena tidak memerlukan media pertumbuhan kalus sekunder dan mengurangi frekuensi subkultur. Penggunaan eksplan staminoid dengan taraf TDZ 10 µg/l yang dikombinasikan dengan 2,4-D 2 mg/l pada media induksi kalus lebih direkomendasikan untuk pembentukan embrio somatik kakao klon Sca6 melalui satu tahap induksi kalus.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada PT Bumiloka Swakarya, Sukabumi yang telah memberikan izin pengambilan eksplan dari kebun induknya untuk dipergunakan di dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- AVIVI, S., A. PRAWOTO, dan F. OETAMI. 2010. Regenerasi embriogenesis somatik pada beberapa klon kakao Indonesia dari eksplan bunga. *J. Agron. Indonesia*. 38(2): 138-143.
- CARRA, A., F. PASQUALE, A. RICCI, and F. CARIMI. 2006. Diphenyl urea derivatives induce somatic embryogenesis in *Citrus*. *Plant Cell Tissue Organ Cult.* 87: 41-48. DOI 10.1007/s11240-006-9132-0. <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11240-006-9132-0>. [Diunduh Tgl. 19 Maret 2013].
- CEASAR, S.A. and S. IGNACIMUTHU. 2008. Efficient somatic embryogenesis and plant regeneration from shoot apex explants of different Indian genotypes of finger millet (*Eleusine coracana* (L.) Gaertn.). *In Vitro Cell Dev. Biol. Plant.* 44: 427- 435. DOI: 10.1007/si i627-008-9153-y). <http://www.jstor.org/discover/10.2307/20461740>. [Diunduh Tgl. 6 Januari 2014].

- GHAEMI M., A. MAJID, F. FALLAHIANA, and G. BEZDI KG. 2011. Comparison of callus induction and somatic embryogenesis of some Iranian cottons (*Gossypium* spp.) and histology of somatic embryogenesis. *African J. Bio.* 10(15): 2915-2922.
- GIRIDHAR, P., V. KUMAR, E.P. INDU, G.A. RAVISHANKAR, and A. CHANDRASEKAR. 2004. Thidiazuron induced somatic embryogenesis in *Coffea arabica* L. and *Coffea canephora* P ex Fr. *Acta Bot. Croat.* 63(1): 25-33.
- GUO, B., B.H. ABBASI, A. ZEB, L.L. XU, and Y.H. WEI. 2011. Thidiazuron: A multidimensional plant growth regulator. *African J. Biotech.* 10(45): 8984-9000.
- ISSALI, A.E., A. TRAORE, E.K. KOFFI, J.A.K. N'GORAN, and A. SANGARE. 2008. Characterization of callogenic and embryogenic abilities of some genotypes of cocoa (*Theobroma cacao* L.) under selection in Cote d'Ivoire. *Biotechnology* 7(1): 51-58.
- JIMENEZ, V.M. 2005. Involvement of plant hormones and plant growth regulators on *in vitro* somatic embryogenesis. *Plant Growth Regulation.* 47: 91-110.
- KEPCZYNSKA, E. and J. KEPCZYNSKI. 2012. Phytohormones in *Medicago* spp. somatic embryogenesis. *Bio Technologia Session I. Plant Differentiation (Organogenesis and Somatic Embryogenesis).* 93(2): 153.
- LI, Z., A. TRAORE, S. MAXIMOVA, and M.J. GUILTINAN. 1998. Somatic embryogenesis and plant regeneration from floral explants of cacao (*Theobroma cacao* L.) using thidiazuron. *In Vitro Cell. Dev. Biol. Plant.* 34: 293-299.
- MALABI, R.B., S. VIJAYKUMAR, K. NATARA, and J.S. MULGUND. 2010. Induction of somatic embryogenesis and plant regeneration in grapes (*Vitis vinifera* L.). *Bot. Research International.* 3(2): 48-55.
- RUZIC D, V. and T.I. VUJOVIC. 2008. The effects of cytokinin types and their concentration on *in vitro* multiplication of sweet cherry cv. Lapins (*Prunus avium* L.). *Hort. Sci. (Prague).* 35(1): 12-21.
- SCHULZE, J. 2007. Improvement in cereal tissue culture by thidiazuron: A review. *Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotechnology.* 1(2): 64-79.
- SEFASI, A., J. KREUZE, M. GHISLAIN, S. MANRIQUE, A. KIGGUNDU, G. SEMAKULA, and S.B. MUKASA. 2012. Induction of somatic embryogenesis in recalcitrant sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) cultivars. *African J. Bio.* 11(94): 16055-16064. DOI: 10.5897/AJB12.1615. <http://www.academicjournals.org/AJB>. [diunduh Tgl. 6 Juli 2013].
- SIDKY, R.A. and Z.F. ZAID. 2011. Direct production of somatic embryos and plant regeneration using TDZ and CPPU of date palm (*Phoenix dactylifera* L.). *Inter. J. Academic Research.* 3(2): 792-796.
- SILVA, T.E.R., L.C. CIDADE, F.C. ALVIM, J.C.M. CASCARDO, and M.G.C. COSTA. 2008. Somatic embryogenesis and plant regeneration in elite clones of *Theobroma cacao*. *Pesc. Agropect. Bras.* 43(10): 1433-1436.
- TAN, C.L. and D.B. FURTEK. 2004. Recurrent embryogenesis and implications for genetic transfer in *Theobroma cacao* L. *Malaysian Cocoa Journal* 1:28-35.
- TRAORE, A. and M.J. GUILTINAN. 2006. Effect of carbon source and explants type on somatic embryogenesis of four cacao genotypes. *HortScience.* 41(3): 753-758.
- VAN STADEN, J., E. ZAZIMALOVA, and E.F. GEORGE. 2008. Plant growth regulators II: cytokinins, their analogues and antagonists. *In: George, E.F., M.A. Hall, G.J. de Klerk (eds.). Plant Tissue Culture 3rd Editions. Volume 1. The Background.* Dordrecht, Netherlands: Springer. p. 205-226.
- VON ARNOLD, S. 2008. Somatic embryogenesis. *In: George, E.F., M.A. Hall, G.J. de Klerk (eds.). Plant Tissue Culture 3rd Editions. Volume 1. The Background.* Dordrecht, Netherlands: Springer. p. 335-354.
- WINARSIH, S., D. SANTOSO, dan T. WARDIYATI. 2003. Embriogenesis somatik dan regenerasi tanaman pada kultur bunga organ kakao. *Pelita Perkebunan.* 19(1): 1-16.

POTENTIAL OF MEDICINAL PLANT EXTRACTS IN INDUCING PLANT RESISTANCE ON GINGER AGAINST BACTERIAL WILT DISEASE

Potensi Ekstrak Tanaman Obat Untuk Menginduksi Ketahanan Jahe Terhadap Penyakit Layu bakteri

SRI YUNI HARTATI, SUPRIADI, and SRI RAHAYUNINGSIH

Indonesian Spice and Medicinal Crops Research Institute
Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat
Jalan Tentara Pelajar No. 3, Bogor 16111

e-mail: sriyuni.hartati@yahoo.com

(Diterima: 27-9-2013; Direvisi: 14-11-2014; Disetujui: 18-11-2014)

ABSTRACT

Bacterial wilt caused by *Ralstonia solanacearum* is one of the most destructive diseases on ginger. The aim of this study was to evaluate the potential use of five different medicinal plants extracts (*Acalypha indica*, *Andrographis paniculata*, *Centella asiatica*, *Curcuma xanthorrhiza*, and *Spinosa oleracea*) as sources of plant resistance inducer compounds (elicitor) against bacterial wilt disease on ginger. Salicylic acid was used as a standard synthetic compound, as well as, water as a control treatment. The study was conducted at the Indonesian Spice and Medicinal Crops Research Institute, Bogor in 2010-2011. Research was conducted in Completely Randomized Design that consisted of 7 treatments, 3 replicates, and 10 plants/replicate. Ginger seeds were planted in a mixture of soil and manure in polybags. One-month old ginger plants were sprayed or drenched with each of the medicinal plant extract before and after *R. solanacearum* inoculation. This experiment indicated that the medicinal plant extracts tested were effective in reducing wilt disease incidence on ginger. Their effectiveness varied depended on the plant species and the application method used. Among those five medicinal plant extracts tested, *A. indica*, *A. paniculata*, and *C. xanthorrhiza* were the most stable and effective. Their effectiveness were comparable with the standard compound of salicylic acid. This finding indicated that *A. indica*, *A. paniculata*, and *C. xanthorrhiza* were potentially used as sources of botanical elicitor compounds. The use of those medicinal plant extracts as sources of botanical elicitor, hopefully could increase ginger resistance and rhizome production, as well as reduce the use of synthetic pesticides.

Keywords: Medicinal plant extracts, elicitor compounds, induced resistance, ginger, wilt disease

ABSTRAK

Layu bakteri yang disebabkan oleh *Ralstonia solanacearum* merupakan salah satu penyakit yang merusak tanaman jahe. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi potensi lima jenis ekstrak tanaman obat (akar kucing, sambiloto, pegagan, temulawak, dan bayam duri) sebagai sumber senyawa penginduksi ketahanan (elisitor) tanaman jahe terhadap penyakit layu. Pada penelitian ini digunakan asam salisilat sebagai senyawa sintetik standard dan air sebagai perlakuan kontrol. Penelitian dilaksanakan di Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Bogor pada tahun 2010-2011. Percobaan dilaksanakan dengan menggunakan rancangan acak lengkap yang terdiri atas 7 perlakuan, 3 ulangan, dan 10 tanaman/ulangan. Rimpang jahe ditanam pada media campuran tanah dan pupuk kandang di dalam polibeg. Jahe umur satu bulan disemprot atau disiram dengan ekstrak tanaman obat sebelum dan setelah diinokulasi *R. solanacearum*. Hasil penelitian mengindikasikan bahwa ekstrak tanaman obat yang diuji efektif dapat mengurangi kejadian penyakit layu pada

tanaman jahe. Efektivitas dari tanaman tersebut bervariasi tergantung dari spesies tanaman dan cara aplikasinya. Diantara kelima tanaman obat yang diuji, akar kucing, sambiloto, dan temulawak paling stabil dan efektif dalam mengurangi terjadinya penyakit layu. Efektivitas dari ketiga tanaman obat tersebut sama dengan senyawa asam salisilat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa akar kucing, sambiloto, dan temulawak berpotensi untuk digunakan sebagai sumber senyawa elisitor botanis. Penggunaan ekstrak tanaman obat sebagai sumber elisitor botanis diharapkan dapat meningkatkan ketahanan tanaman dan produksi jahe serta mengurangi penggunaan pestisida sintetik.

Kata kunci: Ekstrak tanaman, senyawa elisitor, induksi ketahanan, jahe, penyakit layu.

INTRODUCTION

Ginger is one of most important medicinal plants in Indonesia. The plant is often attacked by *Ralstonia solanacearum*, the causal agent of wilt disease. So far, none of developed control strategy was effective against the disease. Therefore, the disease always become a constrain and responsible for the large decline on ginger production in Indonesia. Planting ginger resistant varieties is one of the promising control strategies to control the disease. However, there are still no ginger resistant varieties available yet in the country.

The mechanism of induced plant resistance is one of promising control strategies against plant diseases. Induced plant resistance is a response of plants against pathogen infections. The expression of this is related to the mechanisms of disease infection, plant senescent, wounded, and cool stressed. It could be expressed in flowers, fruits, and vegetative parts of plants as well. This mechanism acts as an immune system as is in human and animal (EDREVA, 2004; WALTERS *et al.*, 2005). The mechanism of induced plant resistance is studied by many researcher recently (BAKKER *et al.*, 2007; EDREVA, 2004; HEIL and BOSTOCK, 2002; KAWAMURA *et al.*, 2009; PARK *et al.*, 2007; PAVLA *et al.*, 1994; PRADANANG *et al.*, 2005; SIDDIQUI and SHAUKAT, 2004; WALTERS *et al.*, 2005).

It was reported that certain plants extracts contain elicitor compounds that capable of inducing plant resistance against some plant pathogens. The successful rate of the botanical elicitor compounds in controlling plant pathogens varied between 20-89%. It depends on the plant species, physiological condition, and abiotic factors, such as, humidity and temperature (WALTER *et al.*, 2005).

This experiment was conducted to evaluate the potential use of five different medicinal plant extracts (*Acalypha indica*, *Andrographis paniculata*, *Centella asiatica*, *Curcuma xanthorrhiza*, and *Spinosa oleraceae*) as sources of elicitor compounds. Those medicinal plant extracts might capable of inducing ginger resistance against wilt disease caused by *R. solanacearum*.

MATERIALS AND METHODS

Experiment was conducted at the Indonesian Spice and Medicinal Crops Research Institute, Bogor in 2010-2011. Materials used were the extract of five different medicinal plants (*A. indica*, *A. paniculata*, *C. asiatica*, *C. xanthorrhiza*, and *S. oleraceae*), ginger seeds (rhizomes), soil, manure, an isolate of *R. solanacearum* (T1060), and a Succrosa Pepton Agar (SPA) medium.

Preparation of the medicinal plant extracts

The whole plant parts of *A. indica*, *A. paniculata*, *C. asiatica*, and *S. oleraceae* were extracted and used in this experiment. While for *C. xanthorrhiza* only the rhizome part was used. Those medicinal plant parts were washed in running tap water, then sliced into small pieces and air dried. The dried plant parts were then powdered and extracted. The plant powders were immersed in ethanol 95% (1:10) for six hours and agitated for some times. They were then incubated at room temperature for 24 hours, percolated, and then distilled. to produce crude plant extracts.

Preparation of *R. solanacearum* inoculum

An isolate of *R. solanacearum* (T1060), originally from an infected ginger plant was grown on SPA medium. Two days-old bacterial isolate was suspended in sterile water. The bacterial suspension was adjusted to produce cell density of 10^7 cfu/ ml (Optical Dencity = 0,01).

In vitro testing of antibacterial activities of the medicinal plant extracts

Those five medicinal plant extracts were diluted with ethanol 70% to produce a serial concentration of 25, 50, 75, and 100% respectively. Ethanol (70%) was also used as a standard (control). All of those medicinal plant extracts concentration were then tested for their antibacterial activity. 10 ml of *R. solanacearum* suspension (10^7 cfu/ ml) was mixed with 90 ml of a melted SPA medium and poured in Petridishes. Sterile pepper dishes were put on the inoculated SPA medium in the petridishes. Each concentration of those plant extracts (20 μ l) was dropped on each pepper dishes and then incubated for 2-3 days. Antibacterial activity of those medicinal plant extracts tested was observed based on inhibition zones that produced surrounding the pepper disks.

Phytotoxicities of the medicinal plant extracts against ginger plants

One month old ginger plants grown in polybags and raised in a glass house were sprayed with each of the medicinal plant extracts (5%) every week for three months continuously. Phytotoxic effects of the medicinal plant extracts on the treated ginger plants were evaluated.

Preparation of ginger plants

Ginger seeds (rhizomes) were planted in a medium consisted of soil and organic manure (2 : 1) in polybags. One month-old ginger plants were treated with each of those medicinal plant extracts by spraying or drenching methods. Salicylic acid was also tested as a standard chemical compound (elicitor) and water was used as a control treatment.

Application of the medicinal plant extracts by spraying method

Those five medicinal plant extracts were diluted with ethanol (70%) and adjusted to a concentration of 5.0%. One month-old ginger plants were sprayed with each plant extract (5,0%) and salicylic acid (10%) every week for 3 times continuously. One week after the third application, ginger plants were inoculated with *R. solanacearum* (10^7 cfu, 100 ml/plants). One week after the bacterial inoculation, the ginger plants were sprayed again with each of the same plant extract or salicylic acid. Research was conducted in a Completely Randomized Design that consisted of 7 treatments, 3 replicates, and 10 plants/replicate. The treatment of medicinal plant extracts and salicylic acid was shown in Table 1.

Table 1. Treatment of medicinal plant extracts and salicylic acid compound applied by spraying and drenching methods.
 Tabel 1. Perlakuan ekstrak tanaman obat dan senyawa asam salisilat yang diaplikasikan dengan metode semprot dan siram.

Treatments <i>Perlakuan</i>	Extracts concentration <i>Konsentrasi ekstrak (%)</i>
Water (Control)	0
Salicylic acid	10
<i>A. indica</i> / akar kucing	5.0
<i>A. paniculata</i> / sambiloto	5.0
<i>C. asiatica</i> / pegagan	5.0
<i>C. xanthorrhiza</i> / temulawak	5.0
<i>S. oleraceae</i> / bayam duri	5.0

Application of the medicinal plant extracts by drenching method

Treatment of the medicinal plant extracts and salicylic acid compound, as well as, the experiment design used in this experiment were similar with the previous experiment. However, those medicinal plant extracts and salicylic acid in this experiment were applied by drenching method.

Disease assesment

Symptom of wilt on the ginger plants was observed every week. Some of wilted ginger plants were isolated to confirm the occurrence of *R. solanacearum* in the plant tissues. Disease incidence based on the number of wilted ginger plants due to *R. solanacearum* was evaluated every week. Concentration of salicylic acid in the treated ginger plants was analyzed three months after the last treatment of the medicinal plant extracts. Disease incidence was calculated based on the number of the wilted ginger plants as a result of *R. solanacearum* infection. While effectiveness of the medicinal plant extracts were calculated as follow

$$E = \frac{N0 - N1}{N0} \times 100 \%$$

Notes:

E = Effectiveness

N0 = Number of died ginger plants in control treatment

N1 = Number of died ginger plants treated with each medicinal plant extract

RESULT AND DISCUSSION

Antibacterial activities of the medicinal plant extracts tested

In-vitro testing of those five medicinal plant extracts showed that they did not inhibit the growth of *R. solanacearum* on a SPA medium. No inhibition zones were noticed on the surrounding pepper disks. Thus indicated that

the medicinal plant extracts tested did not exhibit antibacterial activities against *R. solanacearum*.

Phytotoxicity of the medicinal plant extracts tested

The ginger plants sprayed with those five medicinal plant extracts (5%) were healthy and their growth were not inhibited. Application of the medicinal plant extracts did not cause any plant damages. Thus, the medicinal plant extracts tested were not toxic against ginger plants.

This experiment indicated that those five medicinal plant extracts tested did not show antibacterial activities against *R. solanacearum* and did not toxic against ginger plants. Therefore, they submit the requirement to be used as botanical elicitors. According to HAMMERSCHMIDT (1999), elicitor compounds do not directly toxic against pathogens and non target organisms, as well as neither toxic to the plants and nor affects the plant growth and production.

Elicitors are signal compounds, providing information for the plant to trigger defence (LORRAIN *et al.*, 2003). They are generally less effective to control plant diseases, however, it could reduce disease development and disease intensity, as well as reduce the number and diameter of leaf spots (EDREVA, 2004; WALTERS *et al.*, 2005). Induced plant resistance by elicitor is systemicity, long lasting, and broad spectrum against plant pathogens, such as fungi, bacteria, and virus (HEIL and BOSTOCK, 2002; TENIENTE *et al.*, 2010; WALTER *et al.*, 2005).

Effectiveness of the medicinal plant extracts applied by spraying method

Symptom of wilt was developed both either on the treated and untreated ginger plants. First symptom was observed approximately two weeks after *R. solanacearum* inoculation. The average number of wilted ginger plants varied according to the medicinal plant species. Most of the untreated ginger plants (inoculated with *R. solanacearum* and sprayed with water) were wilted and died (80%). While the average number of wilted ginger plants sprayed with those five medicinal plant extracts varied from 20 to 40% (Table 2).

Table 2. Average number of wilted ginger plants after spraying of the medicinal plant extracts (5.0%) and salicylic acid compound (10%)

Tabel 2. Rata-rata jumlah tanaman jahe layu setelah disemprot dengan ekstrak tanaman obat (5.0%) dan senyawa asam salisilat (10%)

Treatments Perlakuan	Percentage of wilted ginger plants Persentase tanaman jahe layu (%)
Water (Control)	80 a
Salicylic acid	20 b
<i>A. indica</i> / akar kucing	20 b
<i>A. paniculata</i> / sambiloto	20 b
<i>C. asiatica</i> / pegagan	20 b
<i>C. xanthorrhiza</i> / temulawak	20 b
<i>S. oleraceae</i> / bayam duri	40 b

Note: Numbers followed by the same letter are not significantly different at 5% Duncan's test.

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji Duncan's 5%

Application of *A. indica*, *A. paniculata*, *C. asiatica*, and *C. zanthorrhiza* plant extracts (5.0%) and salicylic acid (10%) could significantly reduced disease incidence by 75%. While application of *S. oleraceae* could reduced disease incidence by 50%. This indicated that effectiveness

of *A. indica*, *A. paniculata*, *C. asiatica*, and *C. zanthorrhiza* plant extracts (5.0%) were comparable with the standard elicitor compound of salicylic acid (10%). While *S. oleraceae* was less effective than the other medicinal plant extracts (Figure 1).

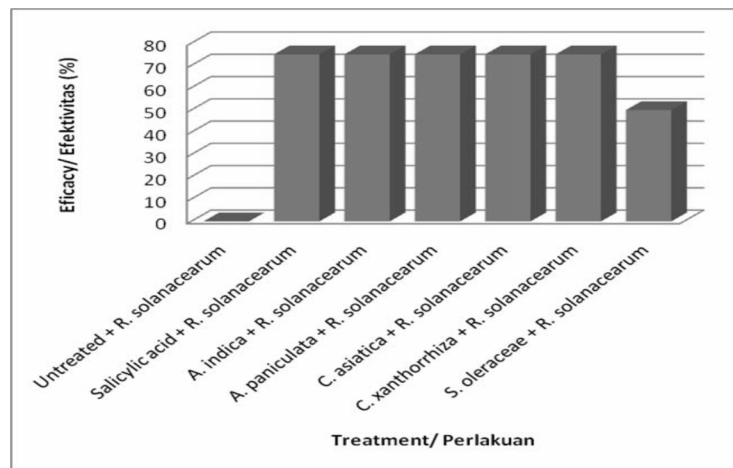


Figure 1. Effectiveness of the medicinal plant extracts (5,0%) and salicylic acid compound (10%) applied by spraying method in reducing wilt disease incidence on ginger plants

Gambar 1 Efektivitas ekstrak tanaman obat (5,0%) dan senyawa asam salisilat (10%) yang diaplikasikan dengan metode siram untuk mengurangi kejadian penyakit layu pada tanaman jahe

Effectiveness of the medicinal plant extracts applied by drenching method

Wilt symptom was developed approximately two weeks after *R. solanacearum* inoculation both either on the treated and untreated (control) ginger plants. The average number of wilted ginger plants varied according to the

medicinal plant species. All the untreated ginger plants (inoculated with *R. solanacearum* and drenched with water) were wilted (100%). While the average number of wilted ginger plants drenched with those five medicinal plant extracts varied from 20 to 100% (Table 3).

Table 3. Average number of wilted ginger plants after drenching of the medicinal plant extracts (5%) and salicylic acid compound (10%)

Tabel 3. Rata-rata jumlah tanaman jahe layu setelah penyiraman dengan ekstrak tanaman obat (5%) dan asam salisilat (10 %)

Treatments Perlakuan	Percentage of the wilted ginger plants Persentase tanaman jahe yang layu (%)
<i>R. solanacearum</i> + Water (Control)	100 a
<i>R. solanacearum</i> + Salicylic acid (10%)	20 c
<i>R. solanacearum</i> + <i>A. indica</i> (5%)	20 c
<i>R. solanacearum</i> + <i>A. paniculata</i> (5%)	20 c
<i>R. solanacearum</i> + <i>C. asiatica</i> (5%)	100 a
<i>R. solanacearum</i> + <i>C. xanthorrhiza</i> (5 %)	20 c
<i>R. solanacearum</i> + <i>S. oleraceae</i> (5 %)	40 b

Note: Numbers followed by the same letter are not significantly different at 5% Duncan's test.

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji Duncan's 5%

Application of *A. indica*, *A. paniculata*, and *C. xanthorrhiza* plant extracts by drenching method could significantly reduce 80% of wilt disease incidence on ginger plants. Their effectiveness were comparable with the standard compound of salicylic acid. *S. oleraceae* was less effective compared with those three medicinal plants and salicylic acid compound. While *C. asiatica* was not effective in reducing disease incidence (Figure 2). This experiment indicated that *A. indica*, *A. paniculata*, and *C. xanthorrhiza*

and *S. oleraceae* plants extracts (5%) applied by drenching method were capable of inducing ginger resistance against *R. solanacearum*. Their effectiveness were similar either applied by spraying as well as drenching method. While *C. asiatica* that applied by spraying method was more effective than by drenching method. Thus indicated that effectiveness of this medicinal plant extract was not stable and it was affected by the application method used.

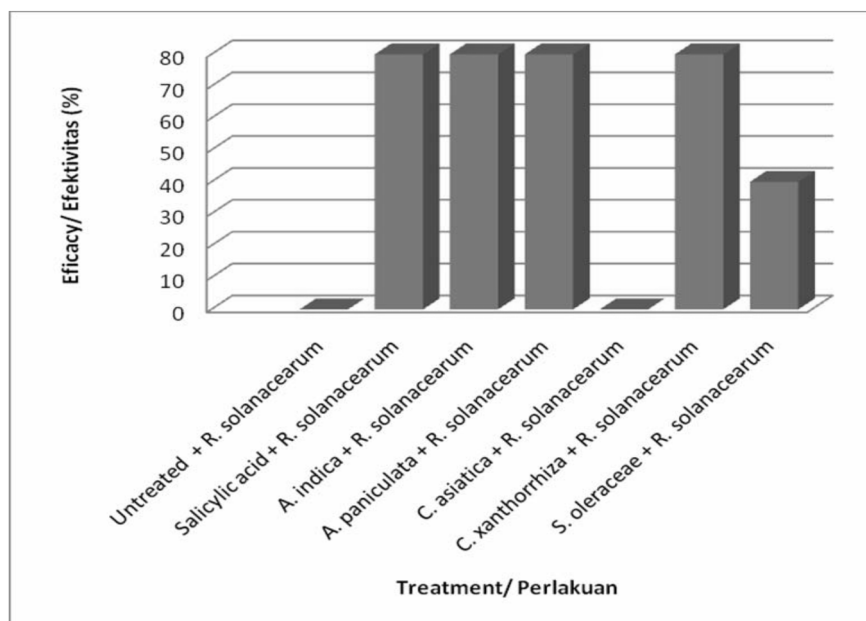


Figure 2. Effectiveness of the medicinal plant extracts (5,0%) and salicylic acid compound (10%) applied by drenching method in reducing wilt disease incidence on ginger plants

Gambar 2. Efektivitas ekstrak tanaman obat (5,0%) dan senyawa asam salisilat (10%) yang diaplikasikan dengan metode siram dalam mengurangi kejadian penyakit layu pada tanaman jahe

Application of *A.indica* and *S. oleracea* plant extracts could reduce development of rhizomes rot due to *Pythium aphenidermatum* on ginger (GOSH and PURKAYASTHA, 2003). Application of those two plant extracts reduced the loss of rhizome weight due to this pathogen. The reduction of rhizome weight on ginger treated with those two plant extracts were 4.6 and 8.14% respectively. Those were comparable to the treatment of a standard chemical compound of jasmonic acid that used as a resistance plant inducer (8.08%) and lower than other plant extracts tested, such as *A. paniculata* (21.9%), *Curcuma longa* (24.31%), and *C. asiatica* (16.48%). While according SHI *et al.*, (2007), application of a *Cnidii monnieri* seed extract before or after infection of fungal (mold) *Sphaerotheca fuliginea*

(Schlecht Pollacci) could control disease development and increase the resistance of yellow pumpkin plant.

Salicylic acid concentraion in the treated ginger plant

Salicylic acid concentration was analyzed only in the survival ginger plants that were drenched with *A. indica*, *A. paniculata*, *C. xanthorrhiza* plant extracts (5,0%) and salicylic acid (10%), as well as in the untreated ginger plants (control). The salicylic acid concentration was analyzed three months after inoculation of *R. solanacearum* on the ginger plants. The salicylic acid concentration in the ginger plants treated with *A. indica*, *A. paniculata*, and *C. xanthorrhiza* plant extracts (5,0%) were higher than both in the untreated ginger plants and in the ginger plants treated with salicylic acid (10%) (Figure 3).

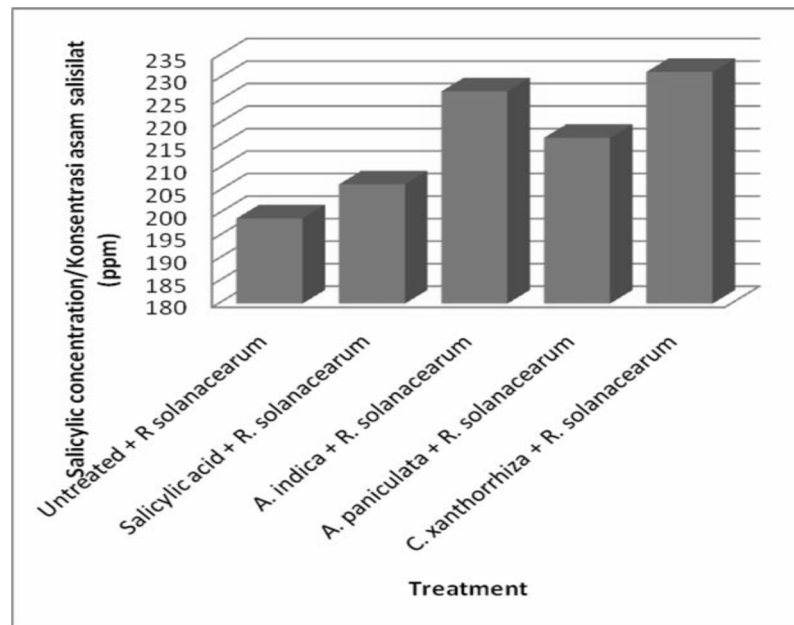


Figure 3. Salicylic acid concentration in the ginger plants treated with the medicinal plant extracts and salicylic acid (ppm)

Gambar 3. Konsentrasi asam salisilat dalam tanaman jahe yang diaplikasi dengan ekstrak tanaman obat dan asam salisilat (ppm)

This result indicated that concentration of salicylic acid in the ginger plants treated with *A. indica*, *A. paniculata*, and *C. xanthorrhiza* plant extracts (5,0%) were increased. Higher production of salicylic acid compound in those treated ginger plants might lead to induce plant resistance against *R. solanacearum*. According to SMITH and BOYKO (2007), salicylic acid is one of the signaling compounds that promotes the development of a long-lasting systemic acquired resistance (SAR) that leads to induced plant resistance against a large spectrum of pathogens.

The mechanism of SAR is related with increasing production of pathogenesis-related proteins (PR proteins), such as chitinase, b-1,3 glucanase, peroksidase,

endoproteinase, oxalate oxidase (HEIL and BOSTOCK, 2002; VAN LOON, 2006; TENIENTE *et al.*, 2010). Most of those proteins work through resistance signal compounds, such as, salicylic acid, jasmonic acid, and ethylene (BRUGGER *et al.*, 2006; EDREVA, 2004; HEIL and BOSTOCK, 2002; TENIENTE, *et al.*, 2010). Those signaling compounds are important regulators of defence-gene expression (BARI and JONES, 2009).

Plant resistance could be induced by application of biological agents, such as pathogens, i. e. *Phytophthora megasperma* f. sp. *glycinea* (OKINAKA *et al.*, 1995), *Botrytis cinerea* (REPKA, 2001), *Pseudomonas fluorescent* (BAKKER *et al.*, 2007; HASSAN and BUCHENAUER, 2008),

Bacillus (PARK *et al.*, 2007). It could be induced by synthetical chemical compounds as well (EDREVA 2004; GUNDLACH *et al.*, 1992; KARMAKAR *et al.*, 2003; KAWAMURA *et al.*, 2009; PAVLA *et al.*, 1994; WALTER *et al.*, 2005), as well as, botanical compounds (GOSH and PURKAYASTHA, 2003; KARMAKAR *et al.*, 2003; SHI *et al.*, 2007).

Those biological, chemical, and botanical compounds would act as elicitors that capable of inducing the production of pathogenesis-related protein (PR-protein), reinforcement of cell wall, production of antimicrobial metabolites (phytoalexins), enzymes of oxidative stress protection, lignifications, and hypersensitive responses that lead to stimulating any type of plant defence mechanism.

Tobacco plants induced by elicitors could increase their resistance against pathogens, such as *Thielaviopsis basicola*, *Phytophthora parasitica* var *nicotianae*, *Peronospora tabacina*, *Cercospora nicotianae*, *Erysiphe cichoracearum*, *Pseudomonas syringae*, *Pseudomonas tabaci*, Tobacco Mosaic Virus (TMV), and Tobacco Necrosis Virus (TNV) (SCHNEIDER *et al.* 1996). PEREZ *et al.* (2003) reported that application of (ASM) on tobacco could reduce disease development caused by *Pseudomonas syringae* pv *tabaci*, *Cercospora nicotianae*, and *Alternaria alternata* by 99.0, 91.0 and 89.0% respectively. Other chemical compounds that act as elicitor on tobacco are salicylic acid (SA), INA, BTH, BABA, NaClO₃, HgCl₂, paraquat, polyacrylic acid, and SiO₂ (EDREVA, 2004).

A number of synthetical elicitor compounds have been produced. They are acibenzolar-S-methyl (ASM), salicylic acid (SA), iso nicotinic acid (INA), benzo thiadiazole (BTH), *B*-amino butyric acid (BABA), NaClO₃, HgCl₂, paraquat, polyacrylic acid, and SiO₂, jasmonic acid, and ethylene (COLE, 1999; HASSAN and BUCHENAUER, 2008; KAWAMURA *et al.*, 2009; PAVLA *et al.*, 1994; PEREZ *et al.*, 2003; PRADHANANG *et al.*, 2005; and SARWAR *et al.*, 2005).

KARMAKAR *et al.* (2003) reported that ginger rhizomes immersed in salicylic acid, butyric amino acid, and 2,1,3-benzothiazole for one hour before planting could increase their resistance against *Pythium aphanidermatum* infection. Treatment of salicylic acid could significantly reduce intensity of *P. aphanidermatum* infection and reduce rhizomes yield.

According to PRADHANANG *et al.* (2005), application of acibenzolar-S-methyl by drenching (30 ug/ ml) and spraying (3 ug/ ml) methods were effective in inducing resistance on tomato against *R. solanacearum*. (COLE, 1999). While seed treatment of chickpea with salicylic acid and bion could induce systemic resistance against *Fusarium* sp. infection (SARWAR *et al.*, 2005).

Our experiment showed that the medicinal plant extracts tested contain elicitor compounds that capable of inducing ginger resistance against wilt disease caused by *R. solanacearum*. Their effectiveness varied depend on the plants species and the application method used.

CONCLUSION

All those five medicinal plant extracts tested (*A. indica*, *A. paniculata*, *C. xanthorrhiza*, *C. asiatica*, and *S. oleraceae*) contain elicitor compounds that capable of inducing ginger resistance against wilt disease caused *R. solanacearum*. Their effectiveness varied depended on the plant species and the application methods used. *A. indica*, *A. paniculata*, and *C. xanthorrhiza* were more stable and effective in reducing wilt disease incidence. While *C. asiatica* and *S. oleraceae* were less effective.

The medicinal plant extracts tested did not show any antibacterial activities against *R. solanacearum* and did not toxic against ginger plants. Thus, they were meet the requirement to be used as sources of botanical elicitor compounds. The use of those medicinal plants extracts as botanical elicitor, hopefully could increase ginger resistance and rhizome production, as well as reduce the use of synthetic and environmentally hazardous pesticides.

REFERENCES

- BAKKER, P.A.H.M., C.M.J PIETERSE, and L.C. VAN LOON. 2007. Induced systemic resistance by fluorescent *Pseudomonas* spp. *Phytopathology*. 97: 239-243.
- BARI, R. and J.D. JONES. 2009. Role of plant hormones in plant defence responses. *Plant. Mol. Biol.* 69(4): 473-488.
- BRUGGER, A.G., O. LAMOTTE, E. VANDELLE, S. BOURQUE, D. LECOURIEUX, B. POINSSOT, D. WENDEHENNE, and A. PUGIN. 2006. Early signaling events induced by elicitors of plant defenses. *The American Phytopathol. Society*. 19(7): 711-724.
- COLE, D.L. 1999. The efficacy of acibenzolar-S-methyl, an inducer of systemic acquired resistance, against bacterial & fungal diseases of tobacco. *Crop Protection*. 18: 267-273.
- EDREVA, A. 2004. A novel strategy for plant protection: Induced resistance. *Journal of Cell and Molecular Biology*. 3: 61-69.
- GOSH, R. and R.P. PURKAYASTHA. 2003. Molecular diagnosis and induced systemic protection against rhizome rot disease of ginger caused by *Pythium aphanidermatum*. *Current Science*. 85(12): 178 -1787.
- GUNDLACH, H., J.M. MARTIN, T.M. KUTCHAN, and M.H. ZENK. 1992. Jasmonic acid is a signal transducer in elicitor-induced plant cell cultures. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA. Plant Biology*. 89: 2389-2393.
- HAMMERSCHMIDT, R. 1999. Induced disease resistance: How do induced plant stop pathogens? *Physiol. Mol. Plant Pathol.* 55: 77-84.
- HASSAN, M.A.E. and H. BUCHENAUER. 2008. Enhanced control of bacterial wilt of tomato by DL-3-aminobutyric acid and the fluorescent *Pseudomonas* isolate CW2. *Journal of Plant Diseases and Protection*. 115: 199-207.

- HEIL, M. and R.M. BOSTOCK. 2002. Induced systemic resistance (ISR) against pathogens in the context of induced plant defences. *Annual Bot.* 89(5): 503-512.
- KARMAKAR, N.C, R. GHOSH, and R.P. PURKAYASTHA . 2003. Plant defence activators induce systemic resistance in *Zingiber officinale* Rosc. to *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitz. *Indian Journal Biotechnology.* 2: 591-595.
- KAWAMURA, Y., S. HASE, S. TAKENAKA, Y. KANAYAMA, H. YOSHIOKA, S. KAMUON, and H. TAKAHASHI. 2009. INF1 elicitor activates jasmonic acid and ethylene-mediated signaling pathways and induces resistance to bacterial wilt disease in tomato. *Journal Phytopathol.* 157: 287-297.
- LORRAIN, S., F. VAILLEAU, C. BALAGUE , and D. ROBBY. 2003. Lesion mimic mutants: Key for deciphering cell death and defense pathways in plants?. *Trends Plants Sci.* 8: 263-271.
- OKINAKA, Y., K. MIMORI, K. TAKEO, S. KITAMURA, Y. TAKEUCHI, N. YAMAOKA , and M. YOSHIKAWA . 1995. A structural model for the mechanisms of elicitor release from fungal cell walls by plant beta-1,3-endoglucanase. *Plant Physiol.* 109(3): 839-845.
- PARK, K., D. PAUL, J.K. KIM, K.W. NAM, Y.K. LEE, H.W. CHOI , and S.Y. LEE. 2007. Induced systemic resistance by *Bacillus vallismortis* EXTN-1 suppressed bacterial wilt in tomato caused by *Ralstonia solanacearum*. *Plant Pathol. Journal.* 23: 22-25.
- PAVLA, T.K., M. HURTIG, P. SAINDRENAN , and E.T. PAVLA . 1994. Salicylic acid induced resistance to *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* in tobacco. *Molecular Plant-Microbe Interactions.* 7 (3): 356-363.
- PEREZ, L., M.E. RODRIGUEZ, F. RODRIGUEZ, and C. ROSON. 2003. Efficacy of acibenzolar-S-methyl, an inducer of systemic acquired resistance, against tobacco blue mold caused by *Peronospora hyoscyami* f. sp. *Tabacina. Crop Protection.* 22: 405-413.
- PRADHANANG, P.M., P. Ji, M.T. MOMOL, S.M. OLSON, J.L. MAYFIELD, and J.B. JONES. 2005. Application of Acibenzolar-S-Methyl enhances host resistance against *Ralstonia solanacearum*. *Plant Disease.* 89: 989-993.
- REPKA, V. 2001. Elicitor-stimulating induction of defence mechanisms and defence gene activation in grapevine cell suspension culture. *Biologia Plantarum.* 44(4): 555-565.
- SARWAR, N., M.H. ZAHID, C.H.I. HAQ , and F.F. JAMIL . 2005. Induction of systemic resistance in chickpea against *Fusarium* wilt by seed treatment with salicylic acid and Bion . *Pak. J. Bot.* 37(4): 989-995.
- SCHNEIDER, M., P. SCHWEIZER, P. MEUWLY , and J.P. METRAUX. 1996. Systemic acquired resistance in plants. *Intern. Rev. Cytology.* 168: 303-340
- SIDDIQUI, I.A. and S.S. SHAIKAT. 2004. Systemic resistance in tomato induced by biocontrol bacteria against the root knot nematode, *Meloydogene javanica* is independent of salicylic acid production. *J. Phytopathology.* 152: 48-54.
- SHI, Z., F. WANG, W. ZHOU, P. ZANG , and Y.J. FAN . 2007. Application of asthol induces a resistance response against powdery mildew in pumpkin leaves. *International Journal of Molecular Science.* 8: 1001-1012.
- SMITH, C.M. and E.V. BOYKO. 2007. The molecular bases of plant resistance and defense responses to aphid feeding: current status. *The Netherlands Entomological Society.* 122: 1-16.
- TENIENTE, L.M., I.T. PACHECO, M.M.G. CHAVIRA, R.V.O. VELAZQUEZ, G.H. RUIZ, A.M.C. OLIVER, and G.G. GONZALEZ. 2010. Use of elisitor as an approach for sustainable agriculture. *African Journal of Biotechnology.* 9 (54): 9155-9162.
- VAN LOON, L.C., M. REP, and C.M.J. PIETERSE. 2006. Significance of inducible defense-related proteins in infected plants. *Annual Review Phytopathology.* 44: 135-162.
- WALTERS, D., D. WALSH, A. NEWTON , and G. LYON. 2005. Induced resistance for plant disease control: maximizing the efficacy of resistance elicitors. *Phytopathology.* 95: 1368-1373.

PENGARUH PEMUPUKAN TERHADAP PERTUMBUHAN, PRODUKSI, DAN MUTU TANAMAN TIMI (*Thymus vulgaris* L.)

The Effect of Fertilizer on Growth, Yield, and Quality of Thyme (Thymus vulgaris L.)

MONO RAHARDJO, I. DARWATI, dan H. NURHAYATI

Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat
Jalan Tentara Pelajar No. 3, Bogor 16111

email: rahardjomono@yahoo.com

(Diterima: 5-3-2014; Direvisi: 17-11-2014; Disetujui: 24-11-2014)

ABSTRAK

Tanaman timi banyak dibudidayakan di Indonesia karena bermanfaat untuk kesehatan. Kebutuhan hara N, P, dan K penting diketahui untuk mendukung budidayanya. Penelitian bertujuan untuk mengetahui respon pemupukan terhadap pertumbuhan, produksi, mutu simplisia, dan serapan hara tanaman timi. Penelitian dilaksanakan di KP. Manoko (1200 m dpl) pada bulan Januari sampai Desember 2013. Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok dengan empat ulangan. Perlakuan pemupukan: (1) kontrol (tanpa pupuk); (2) 20 ton/ha pupuk kandang; (3) 20 ton/ha pupuk kandang + urea, SP36, dan KCl masing-masing 50 kg/ha; (4) 20 ton/ha pupuk kandang + urea, SP36, dan KCl masing-masing 75 kg/ha; (5) 20 ton/ha pupuk kandang + urea, SP36, dan KCl masing-masing 100 kg/ha; (6) 20 ton/ha pupuk kandang + urea, SP36, dan KCl masing-masing 125 kg/ha; (7) 20 ton/ha pupuk kandang + urea, SP36, dan KCl masing-masing 150 kg/ha; dan (8) Urea, SP36, dan KCl masing-masing 150 kg/ha. Peubah yang diamati: tinggi, bobot segar dan kering, produksi herba kering, mutu simplisia, serta kadar hara N, P, dan K tanaman. Produksi herba tertinggi (3,93 ton/ha) diperoleh pada perlakuan urea, SP36, dan KCl masing-masing 150 kg/ha. Peningkatan SP36 menjadi 150 kg/ha yang diikuti oleh urea dan KCl masing-masing 150 kg/ha tanpa pupuk kandang, mampu meningkatkan herba kering timi 44–88%. Kadar thymol tertinggi (70,90%) dicapai pada perlakuan 20 ton/ha pupuk kandang + urea, SP36, dan KCl masing-masing 150 kg/ha, namun menghasilkan kadar minyak atsiri terendah (0,30%). Sebaliknya, kadar thymol terendah (43,99%) dicapai pada perlakuan tanpa pupuk, tetapi memiliki kadar minyak atsiri tertinggi (0,92%).

Kata kunci: *Thymus vulgaris* L., pemupukan, pertumbuhan, produksi, kualitas

ABSTRACT

Thyme has been cultivating in Indonesia because of its benefits for health. Thyme nutrients requirement is important to support its cultivation. This study is aimed to evaluate thyme responses to fertilizer. The research was conducted at Manoko Experimental Garden (1200 m asl) from January to December 2013, arranged in randomized block design with four replications. Fertilization treatments: (1) control (no fertilizer); (2) 20 tonnes/kg manure; (3) 20 tonnes/ha manure + 50 kg/ha of each urea, SP36, and KCl; (4) 20 tonnes/kg manure + 75 kg/ha of each urea, SP36, and KCl; (5) 20 tonnes/kg manure + 100 kg/ha of each urea, SP36, and KCl; (6) 20 tonnes/kg manure + 125 kg/ha of each urea, SP36, and KCl; (7) 20 tonnes/kg manure + 150 kg/ha of each urea, SP36, and KCl; and (8) 150 kg/ha of each urea, SP36, and KCl. Parameters observed: plant height, fresh and dry weight per plant, yield of dry herb, simplicia quality, and N, P, and K contents. Treatment 150 kg/ha of each urea, SP36, and KCl was produced the highest yield (3.93 tonnes/ha). The increase of SP36 until 25 kg/ha combined with 150 kg/ha urea and KCl could enhance yield of dry herb 44–88%. The highest thymol content (70.90%) was obtained from

treatment 20 tonnes/kg manure + 150 kg/ha of each urea, SP36, and KCl, but it produced the lowest essential oil content (0.30%). Contrarily, control treatment produced the highest essential oil content (0.92%) but gave the lowest thymol content (43.99%).

Key words: *Thymus vulgaris* L., fertilization, growth, yield, quality

PENDAHULUAN

Thymus vulgaris L. (timi) merupakan tanaman yang tumbuh di daerah Mediterania Barat, Eropa, dan Asia pada ketinggian tempat 500–1500 m dpl. Di Indonesia, tanaman tersebut tumbuh di dataran tinggi. Timi merupakan tanaman aromatik, yang apabila didistilasi dengan pelarut alkohol mengandung lebih kurang 15% minyak atsiri, atau sekitar 1% apabila didistilasi dengan pelarut air (MIRZAEI-AGHSAGHALI *et al.*, 2012). CARLEN *et al.* (2010) melaporkan bahwa kandungan minyak atsiri timi berkisar 0,32–4,9%.

Minyak atsiri timi berkhasiat sebagai antioksidan (ALIZADEH, 2013; MIGUEL *et al.*, 2004), antibakteri (STOKOVIC *et al.*, 2013; EI KADER dan MOHAMED, 2012, antijamur (SOKOVIC *et al.*, 2009), imunomodulator (FARAMARZI *et al.*, 2013), antipasmodik, antiseptik, ekspektoran, dan karminatif (OMIDBIGI dan NEJAD 2000; DAPKEVICIUS *et al.*, 2002).

Perbedaan lingkungan tumbuh tanaman timi dapat mempengaruhi perbedaan jenis dan jumlah komponen kimia yang dikandungnya. Minyak atsiri timi yang ditanam di India mengandung 48 komponen bahan aktif. Dengan menggunakan gas chromatography, pada minyak atsiri timi tersebut terdeteksi 36 jenis komponen bahan aktif (SYAMASUNDAR *et al.*, 2008). Minyak atsiri pada timi mengandung 98,63% komponen kimia utama, diantaranya terdapat thymol (61,6%), p-cymene (11,2%), γ -terpinene (7,4%), methyl thymol (3,9%), methyl carvacrol (3,3%), dan β -caryophyllene (2,3%) (SHARAFZADEH *et al.*, 2011).

Sementara itu, timi yang ditanam di Iran terdeteksi mengandung 42 komponen kimia minyak atsiri timi (99,06%), yang terdiri dari komponen kimia utama thymol (60,54%), γ -terpinene (9,47%), p-cymene (8,54%),

carvacrol (3,33%), dan terpinolene (3,13%) (ALIZADEH, 2013). Di Inggris, minyak atsiri timi terdeteksi mengandung 42 komponen bahan kimia (99,51%), yang terdiri dari komponen utama thymol (45,21%), p-cymene (12,90%), γ -terpinene (8,07%), carvacrol (5,15%), linalool (3,43%), dan β -caryophyllene (2,45%).

Timi merupakan tanaman tahunan, berupa semak kecil dengan tinggi tanaman dapat mencapai 45 cm, berbatang lunak, dan daunnya kecil dengan panjang helai daun 2,5-5 mm. Produktivitas timi dapat mencapai 5-6 ton/ha herba segar atau 2 ton/ha herba kering. Tanaman timi dapat dipanen dua kali dengan cara memangkas herba 10-15 cm di atas permukaan tanah. Timi pada umumnya ditanam dengan jarak tanam berkisar 10, 15, 20, 25, dan 30 cm. Jarak tanam mempengaruhi kandungan minyak atsiri. KHORSHIDI *et al.* (2009) melaporkan bahwa kadar minyak atsiri tertinggi timi diperoleh pada jarak tanam 30 cm \times 40 cm, namun pada jarak 10 cm \times 40 cm kadar minyak atsirinya menurun.

Hara tanaman merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi produksi dan kualitas komponen kimia tanaman timi (SHARAFZADEH, 2011). Pemupukan nitrogen (N), selain dapat meningkatkan produksi herba timi, juga dapat meningkatkan hasil minyak atsiri (SAID-AL AHL *et al.*, 2009). Selain pupuk N, kalium (K) juga dapat meningkatkan hasil minyak atsiri pada tanaman timi (NURZYSKA-WIERDAK, 2013), sedangkan pospor (P) dapat meningkatkan produksi herba timi (SHAMS *et al.*, 2013).

Unsur hara N, P, dan K menentukan produksi dan mutu tanaman obat (NURZYSKA-WIERDAK, 2013). SU *et al.* (2009) mengemukakan bahwa pemupukan N, P, dan K dapat meningkatkan produksi biomas dan bahan aktif yang terkandung pada *Erigeron breviscapus*. Ketiga unsur tersebut merupakan hara yang paling banyak diserap oleh tanaman sehingga kekurangan ketiganya akan mempengaruhi aktivitas pertumbuhan dan produktivitas tanaman.

Unsur hara N merupakan hara makro yang paling banyak diperlukan dan diserap oleh tanaman dibandingkan K dan P. Hal ini disebabkan karena hampir semua proses metabolisme tanaman melibatkan unsur N. Pupuk N dapat mempengaruhi kandungan komponen minyak dan meningkatkan kadar minyak atsiri tanaman aromatik (NURZYSKA-WIERDAK, 2013). Peningkatan pemberian N, selain meningkatkan produksi terna dan minyak atsiri, juga dapat mempengaruhi komposisi bahan aktifnya (RAO *et al.*, 2007; ZHELJAZKOV *et al.*, 2010; NURZYSKA-WIERDAK dan BOROWSKI, 2011). Namun, berdasarkan penelitian CEYLAN (1994), peningkatan pemberian N tidak meningkatkan kadar thymol pada timi, akan tetapi meningkatkan produksi herba, sehingga produksi thymol ikut meningkat.

Kebutuhan tanaman terhadap unsur P relatif lebih sedikit dibandingkan dengan N dan K. Namun, fungsi P sangat penting karena merupakan sumber energi pada setiap proses metabolisme tanaman. Pada umumnya, hara P banyak terdapat di dalam tanah. Namun, ketersediaannya untuk tanaman hanya sedikit karena terjerap oleh partikel

tanah. Produktivitas tanaman timi mencapai tertinggi dengan perlakuan pemupukan TSP sebanyak 130 kg/ha yang dikombinasikan dengan urea 100 kg/ha (SHAMS *et al.*, 2012).

Kalium merupakan salah satu unsur hara makro yang banyak diserap tanaman, selain unsur N dan P. Peningkatan pemberian K tidak meningkatkan kadar minyak atsiri, namun dapat mengubah komposisi komponen kimia yang terkandung dalam minyak atsiri (EL-DIN *et al.*, 2010; RAO *et al.*, 2007). Penelitian yang dilakukan oleh DANESHKHAH *et al.* (2007) menunjukkan bahwa perlakuan K 30 kg/ha berpengaruh terhadap kadar minyak atsiri pada *Rosa damascena* Mill. Peran penting lain unsur K adalah untuk mengoptimalkan produktivitas tanaman. Dengan pemberian K yang tinggi (0,8 g/dm³) dapat meningkatkan produksi herba tanaman aromatik (NURZYSKA-WIERDAK dan BOROWSKI, 2011).

Penggunaan pupuk organik dan pupuk bio banyak direkomendasikan untuk menghasilkan produk pertanian yang higienis. Pupuk organik, termasuk kotoran sapi, banyak dipergunakan pada budidaya tanaman obat, untuk menghindari kontaminasi produk dari cemaran bahan kimia sintetis. Terdapat perbedaan pengaruh antara penggunaan pupuk kandang sapi dan kambing. Pupuk kandang sapi dapat meningkatkan tinggi tanaman dan hasil minyak atsiri timi secara nyata pada taraf uji 5%, namun pupuk kandang kambing berpengaruh nyata pada taraf 1% (HENDAWY *et al.*, 2010).

Tanaman timi belum banyak dibudidayakan di Indonesia, hanya terbatas di dataran tinggi, terutama di daerah Tawangmangu, Jawa Tengah. Kebutuhan hara N, P, dan K tanaman timi, serta respon penggunaan pupuk organik, terutama pupuk kandang, terhadap pertumbuhan, produksi herba, dan mutu bahan aktif timi belum cukup banyak diketahui di lingkungan tumbuh Indonesia. Oleh karena itu, dilakukan penelitian respon pemupukan pupuk kandang, N, P, dan K tanaman timi terhadap pertumbuhan, produksi, mutu simplisia, dan serapan hara tanaman timi.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan (KP.) Manoko Lembang dengan ketinggian tempat lebih kurang 1200 m dpl dari bulan Januari sampai Desember 2013. Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok dengan empat ulangan. Perlakuan pemupukan terdiri dari delapan perlakuan pupuk organik dan anorganik, dosis rendah, menengah, hingga dosis tinggi (Tabel 1). Pupuk kandang, SP36, dan KCl diberikan seluruhnya pada saat tanam. Pupuk urea diberikan tiga kali masing-masing $\frac{1}{3}$ dosis, yaitu saat tanam, serta umur 1 dan 2 bulan setelah tanam (BST). Penanaman timi menggunakan jarak tanam 50 cm \times 30 cm dalam petak yang ukuran 5 m \times 3 m. Setiap petak terdiri dari 100 tanaman.

Bibit timi berasal dari koleksi KP. Manoko. Bibit yang dipergunakan tersebut berasal dari perbanyakan secara

vegetatif yang disemaikan di polibag dengan tinggi bibit lebih kurang 10 cm. Tanaman timi dipanen pada umur 5 BST dengan cara memangkas herba setinggi 10 cm di atas permukaan tanah. Tanaman timi tersebut diambil sampel sebanyak lima tanaman setiap satuan perlakuan untuk bahan pengamatan pertumbuhan tanaman, antara lain tinggi serta bobot segar dan kering tanaman. Produksi kering

herba diperoleh dari panen seluruh tanaman. Data yang diperoleh dianalisis varian. Apabila analisis varian menunjukkan berbeda nyata maka dilanjutkan dengan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%. Kadar minyak atsiri, thymol, air, abu, dan sari, serta kadar hara N, P, dan K tanaman diperoleh secara komposit.

Tabel 1. Perlakuan pupuk

Table 1. The treatments of fertilizer

No.	Perlakuan pupuk <i>Fertilizer treatments</i>			
	Pupuk kandang (ton/ha) <i>Manure (tonnes/ha)</i>	Urea (kg/ha)	SP36 (kg/ha)	KCl (kg/ha)
1.	0	0	0	0
2.	20	0	0	0
3.	20	50	50	50
4.	20	75	75	75
5.	20	100	100	100
6.	20	125	125	125
7.	20	150	150	150
8.	0	150	150	150

Analisis sifat fisik dan kimia tanah menunjukkan bahwa tingkat kesuburan tanah pada kondisi sedang, pH cukup optimal untuk tanaman timi, C organik sangat tinggi, N total dan K tukar pada kondisi tinggi (Tabel 2). Hal ini sesuai dengan hasil penelitian HARDJOWIGENO (1995) yang

menyatakan bahwa pupuk kandang yang dipergunakan untuk tanaman timi mempunyai kandungan hara yang tinggi, C organik sebesar 16,32; N total 0,92; P tersedia 0,57; dan K tukar 1,10 %.

Tabel 2. Sifat fisik dan kimia tanah

Table 2. Soil physical and chemical characteristics

Sifat fisik dan kimia tanah <i>Soil physical and chemical characteristics</i>	Nilai <i>Value</i>	Status <i>Status</i>
Tekstur		
Pasir/ <i>Sand</i> (%)	31,38	
Debu/ <i>Silt</i> (%)	53,16	
Liat/ <i>Clay</i> (%)	15,46	
pH H ₂ O	6,52	Agak masam/ <i>Slightly acid</i>
pH KCl	5,27	
C organik/ <i>C organic</i> (%)	5,35	Sangat tinggi/ <i>Very high</i>
N total/ <i>N total</i> (%)	0,53	Tinggi/ <i>High</i>
Rasio C/N/ <i>C/N ratio</i> (%)	1,00	Rendah/ <i>Low</i>
P tersedia/ <i>P available</i> (ppm)	6,95	Rendah/ <i>Low</i>
Ca tukar (me/100 g tanah)/ <i>Ca exchangeable</i> (me/100 g soil)	10,53	Sedang/ <i>Medium</i>
Mg tukar (me/100 g tanah)/ <i>Mg exchangeable</i> (me/100 g soil)	1,45	Sedang/ <i>Medium</i>
K tukar (me/100 g tanah)/ <i>K exchangeable</i> (me/100 g soil)	0,79	Tinggi/ <i>High</i>
Na tukar (me/100 g tanah)/ <i>Na exchangeable</i> (me/100 g soil)	0,40	Sedang/ <i>Medium</i>

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perlakuan peningkatan dosis pemupukan tidak berpengaruh terhadap peningkatan tinggi tanaman. Tinggi tanaman timi berkisar 26,27-28,77 cm dan tidak menunjukkan perbedaan diantara perlakuan pemupukan (Tabel 3). Tinggi tanaman timi di daerah asalnya dapat mencapai 45 cm (ANON., 2012). Tinggi tanaman timi berkisar antara 20-31,67 cm pada lahan pengairan dengan perbanyakan secara generatif (EMAN *et al.*, 2008). SHARAFZADEH (2011) melaporkan bahwa tinggi tanaman timi berkisar antara 29,23-38,37 cm, meningkat secara nyata dengan peningkatan pemupukan dari 0, 25, 50, menjadi 75 mg masing-masing untuk pupuk N, P, dan K

per pot. Hasil penelitian tanaman timi di Indonesia ini menunjukkan bahwa tanaman timi sudah dapat beradaptasi cukup baik di lingkungan tumbuhnya yang baru.

Hasil penelitian menunjukkan tidak adanya perbedaan dengan peningkatan dosis pemberian pupuk N, P, dan K karena kondisi kesuburan lahan tempat penelitian sudah cukup subur dengan kandungan C organik yang sangat tinggi serta kandungan N dan K tinggi (HARDJOWIGENO, 1995). Pertumbuhan tanaman cenderung ke samping dengan membentuk anakan dan cabang baru (HENDAWY *et al.*, 2010). Berdasarkan penelitian SHARAFZADEH (2011), tinggi tanaman menurun secara nyata apabila dosis pupuk N, P, dan K dinaikkan dari 75 menjadi 100 mg per pot.

Tabel 3. Akumulasi biomas kering per tanaman dan produksi herba tanaman timi umur 5 BST

Table 3. Biomass accumulations and yield of thyme at 5 MAP

Perlakuan <i>Treatments</i>				Tinggi tanaman <i>Plant height</i> (cm)	Bobot tanaman segar (g/tanaman) <i>Plant fresh weight</i> (g/plant)	Bobot tanaman kering (g/tanaman) <i>Plant dry weight</i> (g/plant)	Produksi herba kering <i>Total dry weight of herb</i> (tonnes/ha)
Pupuk kandang (ton/ha) <i>Manure</i> (tonnes/ha)	Urea (kg/ha)	SP36 (kg/ha)	KCl (kg/ha)				
Tanpa pupuk/ <i>Without fertilizer</i>				26,61	212,74	80,76	2,09 b
20	0	0	0	27,85	183,06	71,38	2,26 b
20	50	50	50	28,23	228,10	88,31	2,56 b
20	75	75	75	28,19	215,50	84,44	2,72 b
20	100	100	100	28,29	230,26	89,68	2,62 b
20	125	125	125	28,77	237,20	90,01	2,54 b
20	150	150	150	27,89	256,56	97,35	2,86 ab
0	150	150	150	26,27	219,62	90,52	3,93 a
KK/CV (%)				20,24	17,83	18,56	23,32

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%

Note: Numbers followed by the same letters in the same column are not significantly different by 5% DMRT.

Akumulasi biomas tanaman timi dengan bibit berasal biji pada penelitian menggunakan pot (7,02-11,92 g/tanaman herba kering) di Iran (SHARAFZADEH, 2011) lebih rendah dibandingkan dengan penelitian di Indonesia (71,38-97,35 g/tanaman) herba kering. Diduga, hal ini disebabkan karena perbedaan penggunaan bibit tanaman. Penggunaan bibit yang diperoleh secara generatif pertumbuhannya lebih lambat dibandingkan dengan vegetatif.

Produksi herba timi di Afrika Selatan berkisar antara 5-6 ton/ha herba segar atau 2 ton/ha herba kering (ANON., 2012). Umumnya, tanaman timi dapat dipanen dua kali dalam satu tahun sehingga produksinya dapat mencapai lebih kurang 15 ton/ha herba segar per tahun. Produksi herba di Indonesia tidak kalah dibandingkan dengan di Afrika Selatan. Produksi herba timi pada penelitian ini berkisar antara 2,097-2,876 ton/ha herba kering (Tabel 3). Produksi herba kering timi tidak berbeda nyata antar

perlakuan (Tabel 3). Diduga, hal ini disebabkan karena tingkat kesuburan tanah di tempat penelitian yang tinggi.

Produksi timi kering pada perlakuan pupuk kandang 20 ton/ha ditambah masing-masing 150 kg/ha pupuk urea, SP36, dan KCl tidak berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan pupuk urea, SP36, dan KCl masing-masing 150 kg/ha pupuk tanpa pupuk kandang. Bahan organik tanah yang tinggi telah cukup untuk meningkatkan produksi timi melalui perlakuan urea, SP36, dan KCl masing-masing 150 kg/ha, walaupun tanpa pemberian pupuk kandang.

Produksi herba kering timi tertinggi diperoleh pada perlakuan urea, SP36, dan KCl masing-masing 150 kg/ha, berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan lainnya (Tabel 3). Peningkatan SP36 menjadi 150 kg/ha yang diikuti oleh urea dan KCl masing-masing 150 kg/ha, walaupun tanpa pupuk kandang, telah mampu meningkatkan herba kering timi 44-88%. Diduga kandungan P pada tanah termasuk katagore rendah (6,95ppm) sehingga peningkatan sebanyak 25 kg/ha pupuk

SP36 telah berpengaruh nyata, walaupun kandungan C organik tanah sangat tinggi, N total, dan K tukar tanah juga dalam kondisi tinggi (Tabel 2). Dosis pupuk dan kondisi kesuburan lahan berpengaruh terhadap produktivitas tanaman. Perbedaan lokasi dan waktu pelaksanaan kegiatan budidaya mempunyai dampak yang berbeda terhadap produktivitas tanaman. SHAMS *et al.* (2013) melaporkan bahwa produksi herba timi tertinggi dicapai pada perlakuan urea 100 kg/ha + 130 kg/ha pupuk TSP.

Kadar minyak atsiri pada penelitian ini berkisar 0,30-0,92%. Kadar minyak atsiri tertinggi pada perlakuan tanaman yang tidak dipupuk, dan terendah pada tanaman yang dipupuk 20 ton/ha pupuk kandang dengan penambahan urea, SP36, dan KCl masing-masing 150 kg/ha (Tabel 4). Kadar minyak atsiri pada tanaman timi pada lahan pengairan di Afrika Selatan sebesar 0,5-1%. Sementara itu, kadar minyak atsiri di Spanyol, Perancis, Itali, dan Bulgaria rata-rata adalah 1% (ANON., 2012). Hal ini sesuai dengan hasil penelitian SHARAFZADEH (2011) yang mengemukakan bahwa kadar minyak atsiri yang dihasilkan timi adalah 0,52-0,73%. Kadarnya semakin meningkat dengan meningkatnya dosis pupuk N, P, dan K. Namun, apabila perlakuan pupuk N, P, dan K ditingkatkan menjadi masing-masing 125 mg/pot maka kadar minyaknya justru menurun (menjadi 0,52%). Rendahnya kadar minyak atsiri dengan peningkatan dosis urea, SP36, dan KCl diduga disebabkan oleh tingkat kesuburan yang tinggi pada tanah sehingga penambahan dosis pupuk tidak nyata meningkatkan kadar minyak, bahkan cenderung menurun.

Hasil minyak timi pada penelitian ini berkisar 292,1-756,1 mg/tanaman. Hasil minyak terendah (292,1 mg/tanaman) terlihat pada perlakuan 20 ton/ha pupuk kandang

dengan penambahan urea, SP36, dan KCl masing-masing 150 kg/ha. Hasil minyak tertinggi adalah 756,1 mg/tanaman yang dicapai pada perlakuan 20 ton/ha pupuk kandang dengan penambahan pupuk urea, SP36, dan KCl masing-masing 125 kg/ha (Tabel 4).

Kadar thymol yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar 43,99-70,90% atau 206,7-353,4 mg/tanaman (Tabel 4). Thymol merupakan bahan aktif yang paling banyak dan paling utama terdapat di minyak atsiri, yaitu sekitar 43,99-70,90%. Sisanya, merupakan komponen bahan aktif lain. Kadar thymol yang dihasilkan pada penelitian ini hampir sesuai, bahkan lebih tinggi, dibandingkan dengan yang dihasilkan oleh SHARAFZADEH *et al.* (2011) (53,70-63,63%). Hasil penelitian menunjukkan bahwa timi sudah dapat beradaptasi di lingkungan tumbuh Indonesia dilihat dari tinggi tanaman, produksi herba, kadar minyak atsiri, dan bahan aktif thymol.

Kadar thymol tertinggi dicapai pada perlakuan 20 ton/ha pupuk kandang dengan penambahan urea, SP36, dan KCl masing-masing 150 kg/ha, namun menghasilkan kadar minyak atsiri terendah. Kadar thymol terendah dicapai pada perlakuan tanpa pupuk, namun perlakuan ini menghasilkan kadar minyak atsiri tertinggi. Kandungan thymol di dalam tanaman dipengaruhi oleh tiga faktor, yaitu akumulasi biomas serta kadar minyak atsiri dan thymol. Oleh karena itu, kadar thymol yang tinggi belum tentu diikuti oleh kandungan thymol yang tinggi (Tabel 4).

Tabel 4. Kadar dan kandungan minyak atsiri dan thymol simplisia timi pada beberapa perlakuan pupuk
Table 4. The essential oil and thymol contents at several fertilizer application

Pupuk kandang (ton/ha) <i>Manure</i> (tonnes/ha)	Perlakuan <i>Treatments</i>			Kadar minyak atsiri <i>Essential oil</i> <i>content</i> (%)	Kandungan minyak atsiri (mg/tanaman) <i>Essential oil</i> <i>content</i> (mg/plant)	Kadar thymol <i>Thymol</i> <i>content</i> (%)	Kandungan thymol (mg/tanaman) <i>Thymol content</i> (mg/plant)
	Urea (kg/ha)	SP36 (kg/ha)	KCl (kg/ha)				
Tanpa pupuk/ <i>Without fertilizer</i>				0,92	743,0	43,99	326,8
20	0	0	0	0,62	442,6	57,27	253,5
20	50	50	50	0,35	309,1	66,86	206,7
20	75	75	75	0,50	422,2	61,40	259,2
20	100	100	100	0,52	466,3	61,51	286,8
20	125	125	125	0,84	756,1	46,74	353,4
20	150	150	150	0,30	292,1	70,90	207,1
0	150	150	150	0,58	525,0	52,16	273,8

Produksi minyak atsiri dan thymol masing-masing berkisar 13,63-35,28 dan 9,66-49 kg/ha (Tabel 5). Produksi minyak atsiri dan thymol tertinggi didapat dari perlakuan 20 ton/ha pupuk kandang ditambah dengan urea, SP36, dan

KCl masing-masing 125 kg/ha, diikuti oleh perlakuan tanpa pemupukan. Sebaliknya, produksi minyak atsiri dan thymol terendah diperoleh dari perlakuan 20 ton/ha pupuk kandang dengan penambahan urea, SP36, dan KCl 150 kg/ha.

Pemupukan yang tinggi tidak selalu dapat meningkatkan produktivitas tanaman timi, bahkan dapat menurunkan produktivitas sesuai dengan hasil penelitian

SHARAFZADEH (2011). Tingkat kesuburan tanah masing-masing lokasi dan waktu penelitian mempunyai peran yang penting terhadap produktivitas tanaman.

Tabel 5. Produksi minyak atsiri dan thymol pada bebara perlakuan pupuk

Table 5. Yield of essential oil and thymol at several fertilizer applications

Perlakuan <i>Treatments</i>				Produksi minyak atsiri <i>Yield of essential oil</i> (kg/ha)	Produksi thymol <i>Yield of thymol</i> (kg/ha)
Pupuk kandang (ton/ha) <i>Manure (tonnes/ha)</i>	Urea (kg/ha)	SP36 (kg/ha)	KCl (kg/ha)		
Tanpa pupuk/ <i>Without fertilizer</i>				34,67	15,25
20	0	0	0	20,65	11,83
20	50	50	50	14,42	9,64
20	75	75	75	19,70	12,10
20	100	100	100	21,76	13,39
20	125	125	125	35,28	16,49
20	150	150	150	13,63	9,66
0	150	150	150	24,50	12,78

Kadar air, abu, abu tidak larut asam, sari larut air, dan sari larut alkohol simplisia timi pada umumnya tidak banyak dipengaruhi oleh perlakuan pemupukan, tetapi cenderung lebih dipengaruhi oleh proses pascapanen. Kadar air simplisia timi berkisar 5,60-8,60%. Kisaran tersebut merupakan kisaran kadar air optimal untuk semua

simplisia, termasuk timi. Pada kondisi kadar air tersebut diharapkan simplisia tidak terkontaminasi jamur dan bakteri lainnya. Kadar abu, abu tidak larut asam, sari larut air, dan sari larut alkohol sudah memenuhi syarat mutu simplisia sebagai bahan baku obat (Tabel 6).

Tabel 6. Kadar air, abu, abu tidak larut asam, sari larut air, dan sari larut alkohol simplisia

Table 6. Water content, content of ash, ash insoluble acid, water soluble extract, and alcohol soluble extract of simplisia

Perlakuan <i>Treatments</i>				Kadar air <i>Water content</i> (%)	Kadar abu <i>Ash content</i> (%)	Kadar abu tidaklarut dalam asam <i>Acid insoluble ash</i> (%)	Kadar sari larut dalam air <i>Water soluble extractive value</i> (%)	Kadar sari larut dalam alkohol <i>Alcohol soluble extractive value</i> (%)
Pupuk kandang (ton/ha) <i>Manure (tonnes/ha)</i>	Urea (kg/ha)	SP36 (kg/ha)	KCl (kg/ha)					
Tanpa pupuk/ <i>Without fertilizer</i>				5,60	7,96	0,48	21,77	7,13
20	0	0	0	8,60	8,26	1,22	18,51	7,71
20	50	50	50	6,83	6,44	0,38	18,20	7,33
20	75	75	75	6,76	7,33	0,54	20,21	5,75
20	100	100	100	6,56	6,26	0,44	19,20	6,83
20	125	125	125	5,89	10,08	0,56	18,45	5,77
20	150	150	150	8,56	5,94	0,88	17,22	6,81
0	150	150	150	6,78	6,90	1,66	18,90	6,65
Materia Medika Indonesia*				Maks 11%	Maks 10%	Maks 4%	Min 11%	Min 5%

Sumber : *DEPARTEMEN KESEHATAN (1980)

Kadar hara N, P, dan K pada tanaman timi tidak menunjukkan adanya perbedaan karena perlakuan pemupukan (Tabel 7). Kadar hara N berkisar 1,59-2,29; P 0,14-0,18; dan K 2,03-2,54%. Kadar K cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan N dan P. Sementara itu, kadar

P pada tanaman timi paling rendah dibandingkan dengan K dan N. Jumlah N yang terserap oleh timi pada sekali masa panen berkisar 38,828-56,499; P 3,663-4,581; dan K 44,647-63,148 kg/ha (Tabel 7).

Tabel 7. Kadar dan serapan hara N, P, dan K tanaman timi

Table 7. The N, P, and K contents and uptake of thyme at several fertilizer applications

Perlakuan <i>Treatments</i>				Kadar hara N, P, dan K <i>N, P, and K contents</i>			Serapan hara N, P dan K <i>N, P, and K uptake</i>		
Pupuk kandang (ton/ha) <i>Manure (tonnes/ha)</i>	Urea (kg/ha)	SP36 (kg/ha)	KCl (kg/ha)	N (%)	P (%)	K (%)	N (kg/ha)	P (kg/ha)	K (kg/ha)
Tanpa pupuk/ <i>Without fertilizer</i>				1,86	0,18	2,54	39,004	3,775	53,264
20	0	0	0	2,29	0,20	2,12	48,227	4,212	44,647
20	50	50	50	1,59	0,15	2,30	38,828	3,663	56,166
20	75	75	75	1,67	0,16	2,26	44,105	4,226	59,687
20	100	100	100	1,87	0,15	2,46	48,003	3,851	63,148
20	125	125	125	2,22	0,18	2,26	56,499	4,581	57,517
20	150	150	150	1,88	0,14	2,03	54,069	4,026	58,383
0	150	150	150	2,03	0,16	2,36	50,425	3,974	58,622

Produksi minyak atsiri dan thymol tertinggi dicapai pada perlakuan 20 ton/ha pupuk kandang dengan penambahan urea, SP36, dan KCl masing-masing 125 kg/ha. Untuk mencapai hasil tersebut, tanaman timi memerlukan serapan hara N, P, dan K berturut-turut sebesar 56,499; 4,581; dan 57,517 kg/ha. Sementara itu, berdasarkan produksi herba kering tertinggi, tanaman timi memerlukan serapan hara N, P, dan K (58,622 kg/ha) masing-masing 50,425; 3,974; dan 58,622 kg/ha (Tabel 7).

KESIMPULAN

Hasil herba timi tertinggi (3,93 ton/ha) diperoleh dari perlakuan pemupukan urea, SP36, dan KCl masing-masing 150 kg/ha berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Perlakuan urea, SP36, dan KCl masing-masing 150 kg/ha dapat meningkatkan herba kering timi (88%) secara nyata dibandingkan dengan perlakuan kontrol (tanpa perlakuan).

Produksi minyak atsiri dan thymol tertinggi adalah masing-masing 35,28 dan 16,49 kg/ha, dicapai pada perlakuan 20 ton/ha pupuk kandang ditambah urea, SP36, dan KCl masing-masing 125 kg/ha. Produksi minyak atsiri dan thymol yang dihasilkan pada perlakuan tanpa pemupukan masing-masing 34,67 kg/ha dan 15,25 kg/ha.

DAFTAR PUSTAKA

- ALIZADEH, A. 2013. Essential oil constituents, phenolic content, and antioxidant activity in Iranian and British *Thymus vulgaris* L. IJACS. 6(4): 213-218.
- ANONYMOUS. 2012. Thyme production. Compiled by Directorate Plant Production in collaboration with members of SAEOPA and KARWIL Consultancy. Published by Directorate Communication Services Department of Agriculture, Forestry and Fisheries,

Private Bag X144, Pretoria, 0001 South Africa. www.daff.gov.za/publications. [diunduh Tgl. 10 Desember 2013].

- CARLEN, C., M. SCHALLER, C.A. CARRON, J.F. VOUILAMOZ, and C.A. BAROFFO. 2010. The new *Thymus vulgaris* L. hybrid cultivar (Varico 3) compared to five established cultivars from Germany, France and Switzerland. Acta Hort. 860: 161-166.
- CEYLAN, A., E. BAYRAM and N. OZAY. 1994. The effect of N-fertilizer on the yield and quality of *Thymus vulgaris* in ecological of Bornova-Izmir. Turkish J. Agri. & Frosty. 18 (4): 249-255.
- DANESHKHAH, M., K. MOHSEN, and A. NIKBAKHT. 2007. Effects of different levels of nitrogen and potassium fertilizers on flower yield and essential oil content of *Rosa damascena* Mill. from Barzok of Kashan. Iranian J. Hort. Sci. Technol. Summ. 8(2): 83-90.
- DAPKEVICIUS, A., V.T.A. VAN BEEK, G.P. LELYVELD, A. VAN VELDHIJZEN, A. DEGROOT, J.P.H. LINSSEN, and R. VENSUTONIS. 2002. Isolation and structural elucidation of radical scavengers from *Thymus vulgaris* leaves. J. Nat. Prod. 65(6): 892-896.
- DEPARTEMEN KESEHATAN. 1980. Materia Medika Indonesia. Penerbit Departemen Kesehatan, Jakarta. 197 hlm.
- EI KADER, M.A.A. and N.Z. MOHAMED. 2012. Evaluation of protective and antioxidant activity of thyme (*Thymus Vulgaris*) extract on paracetamol-induced toxicity in rats. Australian Journal of Basic and Applied Sciences. 6(7): 467-474.
- EL-DIN, A.E, S.F. HENDAWY, E.E. AZIZ, and E.A. OMER. 2010. Enhancing growth, yield and essential oil of caraway plants by nitrogen and potassium fertilizers. Int. J. Academic Res. 2(3): 192-197.
- EMAN, E.A., S.T. HENDAWI, E. EL-DIN, AZZA, and E.A. OMER. 2008. Effect of soil type and irrigation intervals on plant growth, essential oil yield and constituents of

- Thymus vulgaris* plant. Am-Euras. J. Agric. & Environ. Sci. 4(4): 443-450.
- FARAMARZI, S., M.H. BOZORGMEHRIFARD, A. KHAKI, H. MOOMIVAND, M.S. EZATI, S. RASOULINEZHAD, A.J., BAHNAMIRI, and B.R. DIZAJI. 2013. Study on the effect of *Thymus vulgaris* essential oil on humoral immunity and performance of broiler chickens after La Sota vaccination. Annals of Biological Research. 4(6): 290-294.
- HARDJOWIGENO, S. 1995. Ilmu Tanah. Edisi Revisi. Penerbit Akademika Pressindo, Jakarta. 110 hlm.
- HENDAWY, S.F., A. AZZA, E. EL-DIN, E.A. EMAN, and E.A. OMER. 2010. Productivity and oil quality of *Thymus vulgaris* L. under organic fertilization conditions. Ozean Journal of Applied Sciences. 3(2): 203-216.
- KHORSHIDI, J., M.F. TABATABAEI, R. OMIDBAIGI, and F. SEFIDKON. 2009. Effect of densities of planting on yield and essential oil components of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill var. Soroksary). Journal of Agricultural Science. 1(1): 152-157.
- MIGUEL, G., M. SIMOES, A.C. FIGUEIREDO, J.G. BARROSO, L.G. PEDRO, and L. CARVALHO. 2004. Composition and antioxidant activities of the essential oils of *Thymus caespititius*, *Thymus camphoratus* and *Thymus mastichina*. Food Chemistry. 86(2004): 183-188.
- MIRZAEI-AGHSAGHALI, A., S.A. SYADATI, and H.F. SOME. 2012. Some of thyme (*Thymus vulgaris*) properties in ruminant's nutrition. Annals of Biological Research. 3(2): 1191-1195.
- NURZYKA-WIERDAK, R. 2013. Does mineral fertilization modify essential oil content and chemical composition in medicinal plants. Hortorum Cultus. 12(5): 3-16.
- NURZYKA-WIERDAK, R. and B. BOROWSKI. 2011. Changes in the content and chemical composition of sweet basil essential oil under the influence of fertilization of plants with nitrogen and potassium. Pharmacia 24. 3(15): 133-145.
- OMIDBIGI, R. and R.A. NEJAD. 2000. The influence of nitrogen fertilizer and harvested time on the productivity of *Thymus vulgaris* L. Inter. J. Horti. Sci. 6(3): 43-46.
- RAO, E.V.S.P., K. PUTTANA, R.S.G. RAO, and S. RAMESH. 2007. Nitrogen and potassium nutrition of french basil (*Ocimum basilicum* Linn.). J. Spices Arom. Crops. 16(92): 99-105.
- SAID-AL AHL, H.A.H., H.S. AYAD, and S.F. HENDAWY. 2009. Effect of potassium humate and nitrogen fertilizer on herb and essential oil of oregano under different irrigation intervals. Journal of Applied Sciences. 2(3): 319-323.
- SHAMS, A., M.J. SHAKOURI, S.A. KAPOURCHALI, and M. ASLANPOUR. 2012. Effect of nitrogen and phosphorus fertilizers on yield of *Thymus daenensis* in dry condition. Indian Journal of Science and Technology. 5(1): 1916-1920.
- SHAMS, A., S.A. KAPOURCHALI, and M.J. SHALOURI. 2013. Assessing the effect of nitrogen and phosphorus fertilizers on yield of *Thymus daenensis* under dry farming condition. Journal of Scientific Research. 13(6): 793-797.
- SHARAFZADEH, S. 2011. Effect of nitrogen, phosphorous and potassium on growth, essential oil and total phenolic content of garden thyme (*Thymus vulgaris* L.). Advances in Environmental Biology. 5(4): 699-703.
- SHARAFZADEH, S., O. ALIZADEH, and M. VAKILI. 2011. Effect of nitrogen sources and levels on essential oil components of *Thymus vulgaris* L. Australian Journal of Basic and Applied Sciences. 5(10): 885-889.
- SOKOVIC, M.D., J. VUKOJEVIC, P.D. MARIN, D.D. BRKIC, V. VAJS, and L.J.L.D. VAN GRIENSVEN. 2009. Chemical composition of essential oils of *Thymus* and *Mentha* species and their antifungal activities. Journal Molecules. 14: 238-249. doi:10.3390/molecules14010238.
- STOJKOVIC, D., J. GLAMOCLIIJA, A. CIRIC, M. NIKOLIC, M. RISTIC, J. SILJEGOVIC, and M. SOKOVIC. 2013. Investigation on antibacterial synergism of *Origanum vulgare* and *Thymus vulgaris* essential oils. Arch. Biol. Sci. 65(2): 639-643.
- SU, W.H., G.F. ZHANG, Z.M. WANG, and H. ZHOU. 2009. Effects of N, P and K fertilizers on growth of *Erigeron breviscapus* and its active constituent's accumulation. Chinese Traditional and Herbal Drugs 12. http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-ZCYO200912043.htm. [4 Februari 2013].
- SYAMASUNDAR, K.V., B. SRINIVASULU, A. STEPPHEN, S. RAMESH, and R.R. RAO. 2008. Chemical composition of volatile oil of *Thymus vulgaris* L. from Western Ghats of India. Journal of Spices and Aromatic Crops. 17(3): 255-258.
- ZHELJAZKOV, V.D., C.L. CANTRELLI, T. BASTATKIE, and M.W. EBELHAR. 2010. Peppermint productivity and oil composition as a function of nitrogen, growth stage and harvest time. Agron. J. 102(1): 124-128.

HUBUNGAN ANTARA KARAKTER VEGETATIF DENGAN PRODUKSI PATI SAGU BARUQ (*Arenga macrocarpha* Becc.) ASAL KABUPATEN SANGIHE

Relationship Between Vegetative Characters and Sago Baruq Starch Production From Sangihe District

ELSJE T. TENDA dan MIFTAHORRACHMAN

Balai Penelitian Tanaman Palma
Jalan Raya Mapanget, Manado 95001

e-mail: elsjetineketenda@yahoo.co.id

(Diterima: 21-7-2014; Direvisi: 21-11-2014; Disetujui: 27-11-2014)

ABSTRAK

Sagu baruq merupakan tanaman sumber karbohidrat yang diambil dari batang. Masalah yang dihadapi adalah seleksi produksi pati pada setiap pohon. Banyak atau sedikitnya produksi pati akan diketahui setelah pohon ditebang. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan informasi genetik plasma nutfah sagu baruq, terutama untuk mengetahui korelasi antara karakter-karakter vegetatif dengan produksi pati, yang dapat dimanfaatkan untuk kegiatan seleksi tetua. Salah satu alat yang bisa digunakan untuk mendapatkan informasi ini adalah metode sidik lintas. Karakter yang diamati adalah tinggi batang, jumlah daun, panjang rachis, panjang dan lebar petiol, panjang, lebar, dan jumlah anak daun, serta berat batang, empulur, dan pati. Pengumpulan data dilakukan dengan mengacu pada metode Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan tahun 2005. Data yang terkumpul dianalisis koefisien korelasinya untuk mengetahui hubungan langsung dan tidak langsung karakter-karakter vegetatif dengan berat tepung sebagai komponen hasil. Perhitungan koefisien lintas mengacu pada metode matriks oleh Singh dan Chaudari. Hasil yang diperoleh menunjukkan terdapat enam karakter yang berpengaruh langsung terhadap berat tepung dan dapat dijadikan seleksi peningkatan produksi pati sagu baruq di Tabukan Tengah. Sementara itu, di Manganitu, terdapat sembilan karakter yang dapat dijadikan sebagai kriteria seleksi untuk perbaikan tanaman. Selain pengaruh langsung, dihasilkan juga 12 pengaruh tidak langsung yang dapat dipertimbangkan sebagai kriteria seleksi populasi sagu baruq di Tabukan Tengah dan 10 pengaruh tidak langsung untuk Manganitu.

Kata kunci: *Arenga macrocarpha*, hubungan, karakter vegetatif, produksi pati

ABSTRACT

Baruq sago is an important source of carbohydrate from the stem, constrain in cultivation was difficulty in selecting high yield plants. The experiment was conducted at the District Tabukan Tengah and Manganitu Sangihe Regency, North Sulawesi in May 2012. The purpose of this study was to obtain genetic information for germplasm of sago Baruq, especially to determine the correlation between vegetative characters and the production of starch, which later can be used as the selection of mother palms. One of the tools that can be used to obtain this information was the method of path analysis. Research methods used was direct observation in the field. The number of plants observed for each site 10 trees, which were randomly selected. Characters observed were plant height, number of leaves, rachis length, length of petiol, petiol width, length of the leaf, width of leaf, number of leaves, stems weight, pith weight, and weight of starch. The collected data were analyzed to determine the direct and indirect relationship between vegetative characters and weight of starch using path analysis. The result showed that 10 vegetative characters of Baruq sago population in

Tabukan Tengah District, Sangihe regency produced six characters directly influence the character of the starch weight and can be used as selection criteria to increasing production of baruq sago starch. Meanwhile, in District Manganitu 9 characters can be used as selection criteria for crop improvement. In addition to the direct effects, 12 indirect effects can be considered as a selection criteria for sago baruq population in District Tabukan Tengah and 10 indirect effects for the population baruq sago in the District Manganitu.

Keywords: *Arenga macrocarpha*, relationships, vegetative character, starch production

PENDAHULUAN

Sagu baruq (*Arenga macrocarpa*) merupakan tanaman yang tergolong dalam famili palma dan dikenal sebagai penghasil karbohidrat yang banyak tumbuh di daerah Kepulauan Sangihe, disamping sagu metroxylon (*Metroxylon sago*) yang banyak dikenal selama ini. Menurut MALIANGKAI *et al.* (2002), tanaman ini sudah lama dikenal oleh masyarakat setempat terutama sebagai bahan makanan pokok. Pengenekaragaman pangan, terutama sagu sebagai makanan pokok, harus terus didorong dan dikembangkan.

Di Kepulauan Sangihe, tanaman sagu baruq tumbuh pada ketinggian 1 sampai 600 m di atas permukaan laut (m dpl) yang menyebar pada 10 kecamatan dan 47 desa. Kecamatan Manganitu merupakan kecamatan dengan penyebaran sagu terluas, yaitu sekitar 249,8 ha dengan jumlah tanaman mencapai 112.410 pohon. Sementara di Tabukan Tengah, luas tanamannya mencapai 219,2 ha (MIFTAHORRACHMAN, 2005).

Perbaikan tanaman sagu baruq sebagai salah satu tanaman penghasil karbohidrat sangat penting untuk ketahanan pangan di Indonesia. Keragaman yang luas dapat dimanfaatkan untuk perbaikan tanaman. Penelitian mengenai karakter morfologi sagu baruq sudah banyak dilakukan, tetapi seleksi untuk sifat pati belum pernah dilakukan. Perbaikan tanaman sagu baruq hingga saat ini belum efektif karena informasi genetik yang diperlukan belum tersedia.

Karakter hasil (produksi) merupakan salah satu karakter yang bersifat kuantitatif, yang nilainya sangat dipengaruhi oleh banyak faktor, termasuk lingkungan tumbuh, sehingga untuk menduga keragamannya diperlukan karakter lain (misalnya komponen hasil) yang diketahui memiliki hubungan fungsional dengan hasil (GAYATRI *et al.*, 2004).

Analisis korelasi mempelajari pengukuran sederhana hubungan antara hasil dan karakter lainnya sedangkan analisis sidik lintas (*path coefisien analysis*) memberikan peluang memisahkan koefisien korelasi ke dalam pengaruh langsung dan tidak langsung (RAFIQ *et al.*, 2010). Menurut ACHARYA (2006), analisis sidik lintas merupakan alat yang efektif untuk mencari pengaruh langsung dan tidak langsung dari variabel-variabel yang saling berhubungan. Lebih lanjut, SRIVASTAVA dan SINGH (2012) menyatakan bahwa pengembangan strategi seleksi yang sesuai sangat penting untuk mengetahui keragaman genetik yang ada dalam suatu plasma nutfah, terutama untuk hasil dan karakter-karakter yang saling berhubungan. Selanjutnya, untuk mengetahui kontribusi yang optimal dari setiap karakter terhadap hasil dapat ditelusuri dengan menggunakan sidik lintas. Penggunaan analisis koefisien lintas mampu menentukan kontribusi relatif dari komponen tumbuh dan komponen hasil terhadap hasil, baik langsung maupun tidak langsung. Metode ini memecah koefisien korelasi antara masing-masing karakter yang dikorelasikan dengan hasil menjadi dua komponen, yaitu pengaruh langsung dan tidak langsung, sehingga hubungan kausal antar karakter yang dikorelasikan dapat diketahui (MOHAMMADI *et al.*, 2003 dalam NASUTION, 2010; CYPRIEN dan KUMAR (2011)).

Sidik lintas merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menguji kebenaran matriks korelasi antar karakter, yang merupakan pengembangan dari model regresi. Selanjutnya, dijelaskan bahwa sidik lintas sangat dekat hubungannya dengan regresi. Dapat dikatakan bahwa regresi adalah kasus khusus dari sidik lintas (CHKLOSKI dan PANTEL, 2005). Menurut CYPRIEN dan KUMAR (2011), hasil adalah karakter yang kompleks dan dikontrol oleh banyak faktor. Oleh karena itu, seleksi terhadap suatu varietas tidak direkomendasikan fokus pada karakter hasil saja, tetapi dilakukan juga terhadap karakter lainnya yang berkaitan dengan hasil. Analisis sidik lintas telah berhasil dalam menentukan kriteria seleksi pada tanaman soba (JOSHI, 2005), buncis (DERYA *et al.*, 2006), dan kentang (KHAYATNEZHAD *et al.*, 2011).

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui korelasi antara karakter-karakter vegetatif (komponen hasil) dengan produksi pati sagu baruq yang dapat dimanfaatkan untuk kegiatan seleksi tetua.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan dalam bentuk survei dengan melakukan pengamatan langsung di lapangan, yaitu di Kecamatan Tabukan Tengah dan Manganitu, Kabupaten Tahuna, Propinsi Sulawesi Utara, pada bulan Mei 2012. Jumlah pohon yang diamati untuk masing-masing lokasi adalah sepuluh yang diambil secara acak. Pengamatan hanya sepuluh pohon karena sulit untuk mendapatkan pohon yang sudah siap panen dengan umur yang relatif sama dan harus menebang pohon mendapatkan karakter yang diperlukan. Karakter yang diamati berupa (1) tinggi batang (TB), diukur dari pangkal batang terbawah sampai pelepah daun terbawah; (2) lingkar batang (LB), diukur 1 m dari pangkal batang; (3) jumlah daun (JD), dihitung semua daun yang berwarna hijau; (4) panjang rachis (PR), diukur dari anak daun pertama sampai ujung; (5) panjang petiole (PP), diukur dari pangkal daun sampai anak daun pertama; (6) lebar petiole (LP), diukur lebar petiole sebelum anak daun pertama; (7) panjang anak daun (PAD) diukur dari pangkal anak daun sampai ujung daun; (8) lebar anak daun (LAD), diukur bagian terlebar dari anak daun; (9) jumlah anak daun (JAD), dihitung jumlah anak daun pada satu sisi; (10) berat batang (BB) ditimbang seluruh batang dari pangkal sampai daun terbawah; (11) berat empulur (BE) ditimbang berat batang tanpa kulit luar; dan (12) berat pati (BP) ditimbang berat basah pati tanpa empulur.

Data yang terkumpul dianalisis koefisien korelasinya (koefisien lintas) untuk mengetahui hubungan langsung dan tidak langsung karakter-karakter vegetatif dengan BT sebagai komponen hasil. Perhitungan koefisien lintas mengacu pada metoda matriks seperti yang dikemukakan oleh SINGH dan CHAUDARI (1977) sebagai berikut:

$$\begin{pmatrix} r_{1y} \\ r_{2y} \\ r_{3y} \\ \vdots \\ r_{10y} \\ A \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} r_{1.1} & r_{1.2} & r_{1.3} & \dots & r_{1.10} \\ r_{2.1} & r_{2.2} & r_{2.3} & \dots & r_{2.10} \\ r_{3.1} & r_{3.2} & r_{3.3} & \dots & r_{3.10} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ r_{10.1} & r_{10.2} & r_{10.3} & \dots & r_{10.10} \\ B \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P_{1y} \\ P_{2y} \\ P_{3y} \\ \vdots \\ P_{14y} \\ C \end{pmatrix}$$

Nilai vektor A merupakan korelasi antara karakter X_i dengan jumlah buah (Y)(r_{iy}). Unsur-unsur matrik B terdiri dari korelasi peubah $X_i(r_{ij})$, sedangkan vektor C adalah unsur-unsur pengaruh langsung peubah X_i terhadap $Y(P_{ij})$. Untuk mendapatkan vektor C dapat digunakan rumus:

$$C = \frac{1}{B} \times A$$

Untuk perhitungan rumus di atas dapat diterangkan sebagai berikut

- B dihitung dengan menggunakan Program *software* Minitab release 16
- $\frac{1}{B}$ dicari dengan menggunakan Program *software* Lotus 123 Release 5
- C dihitung dengan menggunakan Program Lotus 123 Release 5
- Pengaruh tak langsung X_i terukur oleh $C_j r_{ij}$

Koefisien korelasi parsial diuji dengan menggunakan rumus

$$t = r \sqrt{\frac{n-2}{1-r^2}}$$

Nilai t dibandingkan dengan t (0,05, 8).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis koefisien lintas dengan menggunakan metode matriks (SINGH dan CHAUDARY, 1977) terhadap 12 karakter vegetatif aksesi sagu baruq asal Kecamatan Tabukan Tengah dan Manganitu menghasilkan hubungan kausal yang nyata sampai sangat nyata antara 11 karakter vegetatif dengan berat tepung/aci sagu, baik hubungan negatif maupun positif.

Hubungan Langsung 11 Karakter Vegetatif terhadap Berat Pati (BP)

a. Kecamatan Tabukan Tengah

Hubungan langsung antara 11 karakter dengan produksi pati dari aksesi sagu baruq asal Kecamatan Tabukan Tengah menghasilkan enam karakter yang berpengaruh langsung terhadap BP. Pada Tabel 1 terlihat terdapat enam karakter yang memiliki pengaruh langsung

nyata sampai sangat nyata terhadap BP. Keenam karakter tersebut adalah TB, PR, PP, JAD, BB, dan BE. Dengan demikian, peluang untuk melakukan perbaikan tanaman dapat dilakukan melalui keenam karakter tersebut. Terdapat empat karakter memiliki koefisien lintas lebih dari satu dan merupakan karakter-karakter yang berpotensi sebagai kriteria seleksi untuk peningkatan berat tepung. Karakter dengan nilai koefisien lintas tertinggi adalah BE, diikuti oleh BB, PP, dan JAD. Namun demikian, karakter yang paling berpeluang sebagai kriteria seleksi untuk peningkatan BP adalah PP dan JAD. Selain memiliki pengaruh langsung nyata terhadap BP, seleksi di lapangan lebih mudah dibanding dengan BB dan BE. Hal ini disebabkan karena dalam melakukan seleksi, kedua karakter ini tidak bisa langsung dimanfaatkan seperti karakter lainnya, karena harus melalui penebangan dan penimbangan. Semakin banyak JAD, semakin besar luas permukaan daun sehingga proses fotosintesa pada daun semakin besar dan berdampak pada akumulasi pati sagu pada batang sebagai tempat penyimpanan hasil fotosintesa. Menurut MENDEZ *et al.* (2011), selama masa pertumbuhan vegetatif dan produksi awal, karbon hasil asimilasi untuk sementara disimpan dalam batang dan pelepah daun sebagai cadangan karbohidat. Hasil asimilasi ini diangkut untuk perkembangan biji dan hasil. Itulah sebabnya, dalam melakukan seleksi pohon sagu yang siap panen untuk diambil patinya, tidak boleh telah mengeluarkan tandan yang telah pecah apalagi berbuah.

Karakter lain yang juga penting diperhatikan sebagai kriteria seleksi adalah TB yang juga berpengaruh langsung terhadap BT sagu baruq. Karakter TB juga berpengaruh tidak langsung sangat nyata melalui karakter BB dan BE yang merupakan komponen utama yang menentukan BP. Selain berfungsi sebagai tegakan tanaman, batang juga berfungsi sebagai tempat makanan cadangan yang dihasilkan dari hasil fotosintesis. Menurut KOCUREK dan PILARSKI (2012), batang juga memiliki fungsi yang sama seperti daun, yaitu memiliki peran dalam proses asimilasi CO_2 . Hanya saja, proporsinya tidak sebesar pada daun dan bervariasi antar tanaman pohon dan semak, yaitu bervariasi antara 5 sampai 15%.

Tabel 1. Koefisien korelasi pengaruh langsung dan tidak langsung sagu baruq asal Tabukan Tengah

Tabel 1. *Effect of direct and indirect correlation coefficient of baruq sago originated from Tabukan Tengah*

Karakter Characters	TB/SH (cm)	LB/SG (cm)	JD/NL	PR/RL (m)	PP/PL (m)	LP/PW (cm)	PAD/LL (cm)	LAD/LW (cm)	JAD/LN	BB/TW (kg)	BE/PW (kg)
TB	0.6561*	0.2624	0.2624	0.2936	1.3981**	0.1418	0.0110	-0.0020	1.1599**	1.5212**	1.4666**
LB	0.5997	0.2871	0.0700	0.3393	0.5126	0.0031	0.0551	-0.0023	0.4356	1.6154**	1.7298**
JD	0.0846	0.0568	0.3537	0.4449	-0.3205	0.0193	-0.1239	-0.0031	0.3950	0.5619	0.4615
PR	0.2152	0.2152	0.1758	0.8952**	0.0528	0.1283	-0.0319	0.0005	0.5702	0.3994	0.8582**
PP	0.5209	0.2323	-0.0644	0.0269	1.7609**	0.1168	0.0527	-0.0030	1.1465**	0.4327	0.5097
LP	0.3464	0.1019	0.0255	0.4279	0.3445	0.2686	0.0303	-0.0027	0.3245	0.5001	0.2034
PAD	0.0361	-0.0227	-0.2186	-0.1366	0.4631	0.0406	0.2005	-0.0009	0.1129	-0.1719	-0.1202
LAD	0.1319	0.0600	0.0990	-0.0448	0.4913	0.0666	0.0116	-0.0109	0.0520	0.2588	0.5397
JAD	0.5124	0.2314	0.0941	0.3438	1.3594**	0.1254	0.0152	-0.0004	1.4851**	1.2402**	0.5397
BB	0.5399	0.2509	0.1075	0.4816	0.0935	0.1018	-0.0186	-0.0015	0.9965**	1.8483**	1.2816**
BE	0.5045	0.2604	0.0856	0.4028	0.4589	0.1013	-0.0126	-0.0031	0.3980	1.7522**	1.9072**

Keterangan: t (0,01) = 3,355; t (0,05) = 2,306; TB=Tinggi Batang; LB = Lingkar Batang; JD = Jumlah Daun; PR = Panjang Rachis; PP = Panjang Petiole; LP = Lebar Petiole; PAD = Panjang Anak Daun; LAD = Lebar Anak Daun; JAD = Jumlah Anak Daun; BB = Berat Batang; BE = Berat Empulur

Note: t (0.01) = 3.355; t (005) = 2.306; SH= Stem Height; SG = Stem Girth; NL = Number of Leaf; RL = Rachis Length; PL = Petiole Length; PW = Petiole Width; LL= Length of Leaflet; LW = Leaflet Width; LN= Leaflet Number; TW = Trunk Weight; PW = Pith Weight

Perbaikan potensi produksi berat pati pada aksesi sagu baruq yang ada di Kecamatan Tabukan Tengah dapat dilakukan melalui seleksi keenam karakter tersebut. Dengan menambah nilai rata-rata keenam karakter dengan satu kali nilai simpangan baku (Tabel 2) pada setiap karakter tersebut, peningkatan potensi produksi berat tepung dapat mencapai satu kali nilai korelasinya. Sebagai contoh,

karakter JAD, apabila nilai rata-ratanya sebesar 86,1 ditambahkan dengan nilai simpangan bakunya (4,31) menjadi 90,41 (menjadi nilai untuk seleksi) maka diharapkan berat tepung akan meningkat menjadi 1,5 kali dari berat tepung semula (42,21 kg). Hal yang sama dapat dijelaskan untuk kelima karakter lainnya yang memiliki pengaruh langsung terhadap karakter berat tepung.

Tabel 2. Nilai rata-rata, simpangan baku dan koefisien keragaman karakter vegetatif sagu baruq asal Tabukan Tengah

Tabel 2. *Average of standard deviation and coefficient of variation (CV) of vegetative characters of baruq sago from Tabukan Tengah*

Karakter Characters	Nilai rata-rata, standard deviasi dan koefisien keragaman Average value, standard deviation and coefficient variation		
	X	SD	KK/CV (%)
Tinggi Batang/ <i>stem height</i> (m)	7.62	0.94	12.29
Lingkar Batang/ <i>girth of stem</i> (cm)	46.47	6.41	13.79
Jumlah Daun/ <i>number of leaf</i>	10.70	1.49	13.89
Panjang Rachis/ <i>rachis length</i> (m)	4.73	1.13	23.89
Panjang Petiole/ <i>petiole length</i> (m)	1.52	0.05	3.03
Lebar Petiole/ <i>petiole width</i> (cm)	4.61	0.12	2.65
Panjang Anak Daun/ <i>length of leaflet</i> (cm)	85.50	1.36	1.59
Lebar Anak Daun/ <i>width of leaflet</i> (cm)	6.30	0.26	4.20
Jumlah Anak Daun/ <i>number of leaflet</i>	86.10	4.37	5.07
Berat Batang/ <i>weight of trunk</i> (kg)	254.66	15.74	6.18
Berat Empulur/ <i>weight of pith</i> (kg)	235.05	13.80	5.87
Berat Tepung/ <i>weight of starch</i> (kg)	42.21	8.38	15.85

b. Kecamatan Manganitu

Hasil analisis sidik lintas terhadap 12 karakter tanaman sagu baruq yang diamati di Kecamatan Manganitu memperlihatkan sembilan karakter vegetatif yang memiliki

hubungan pengaruh langsung nyata dan sangat nyata terhadap berat tepung sagu (Tabel 3). Kesembilan karakter tersebut adalah TB, LB, JD, PP, LP, LAD, JAD, BB, dan BE.

Tabel 3. Koefisien korelasi pengaruh langsung dan tidak langsung sagu baruq asal Kecamatan Manganitu
 Tabel 3. *Correlation coefficient of direct and indirect effect of baruq sago from Manganitu District*

Karakter Character	TB/SH (cm)	LB/SG (cm)	JD/NL	PR/RL (m)	PP/PL (m)	LP/PW (cm)	PAD/LL (cm)	LAD/LW (cm)	JAD/LN	BB/TW (kg)	BE/PW (kg)
TB	1.9148**	0.6957*	0.8200**	0.0250	-0.0724	0.0184	0.2924	0.2788	0.7150*	-0.0286	0.5391
LB	1.7805**	<u>0.7413*</u>	1.2675**	0.0337	-0.0367	-0.0014	0.3367	0.3845	0.7319*	-0.0243	0.4314
JD	0.4966	0.4766	<u>1.9712**</u>	0.0544	0.0309	-0.0293	0.4040	0.6436*	0.5003	-0.0140	0.0494
PR	-0.3161	0.3736	0.0554	<u>-0.0668</u>	0.4092	0.0057	-0.2967	-0.4255	0.5077	0.0130	0.0427
PP	-0.1436	0.0282	-0.0021	0.1997	<u>0.9650**</u>	0.0176	0.0831	0.2951	0.2702	-0.0048	0.0704
LP	0.4921	-0.0156	0.0293	0.0400	-0.0176	<u>0.6323*</u>	0.2123	-0.4908	-0.1158	0.0134	0.1124
PAD	0.1891	0.5300	-0.0574	-0.3169	0.1062	-0.0188	<u>0.4709</u>	0.4124	0.5499	-0.0185	0.2567
LAD	0.5056	0.3773	-0.0569	-0.2590	0.2692	0.0186	0.4124	<u>0.7554*</u>	-0.3120	-0.0195	0.1029
JAD	0.4983	-0.5129	0.0316	0.2260	0.2702	-0.0080	-0.3928	-0.3120	<u>1.1172**</u>	0.0109	-0.4314
BB	1.5414	0.5404	-0.0322	-0.1836	0.0131	-0.0046	0.4321	0.4114	-0.5906	<u>1.0577**</u>	0.5222
BE	1.5242	0.4722	-0.0088	0.0297	0.0069	-0.0055	0.2863	0.1608	0.6495*	0.5635	<u>0.6774*</u>

Keterangan: $t(0,01) = 3,355$; $t(0,05) = 2,306$

Note: $t(0,01) = 3,355$; $t(0,05) = 2,306$

Seleksi untuk meningkatkan produksi tepung dapat dilakukan melalui karakter JD karena memiliki nilai koefisien lintas tertinggi, diikuti berturut-turut oleh TB, JAD, BB, PP, LAD, LB, BE, dan LP. Karakter-karakter terbaik yang dapat digunakan dalam seleksi adalah JD, TB, JAD, dan BB karena keempat karakter ini memiliki nilai koefisien lintas lebih dari satu. Dengan menambah nilai rata-rata keempat karakter tersebut sebesar satu kali simpangan bakunya (Tabel 4), potensi produksi tepung sagu baruq dapat meningkat sebesar nilai koefisien korelasi keempat karakter tersebut, yaitu (a) nilai seleksi karakter JD menjadi 12,27 helai, produksi tepungnya menjadi 1,97 kali dari produksi tepung semula; (b) nilai seleksi karakter TB menjadi 10,85 m, produksi tepungnya menjadi 1,9 kali dari

produksi tepung semula; (c) nilai seleksi karakter JAD menjadi 100,95 anak daun, produksi tepungnya menjadi 1,12 kali dari produksi tepung semula; dan (d) nilai seleksi karakter BB menjadi 272,6 kg, dan produksi tepungnya menjadi 1,06 kali. Menurut PAMIN dan ASMONIO (1993), apabila nilai rata-rata suatu karakter ditingkatkan satu kali dari nilai standar deviasinya maka akan terjadi peningkatan hasil sebesar satu kali nilai korelasinya. Karakter daun, baik JD dan JAD merupakan karakter-karakter yang paling berpotensi dijadikan sebagai karakter seleksi karena sebagai tempat terjadinya fotosintesa untuk menghasilkan substrat fotosintat untuk pertumbuhan tanaman (GIYATMI *et al.*, 2008).

Tabel 4. Nilai rata-rata, simpangan baku, dan koefisien keragaman karakter vegetatif sagu baruq asal Manganitu

Tabel 4. *The average, standard deviation, and coefficient of variation (CV) of vegetative characters of baruq sago from Manganitu*

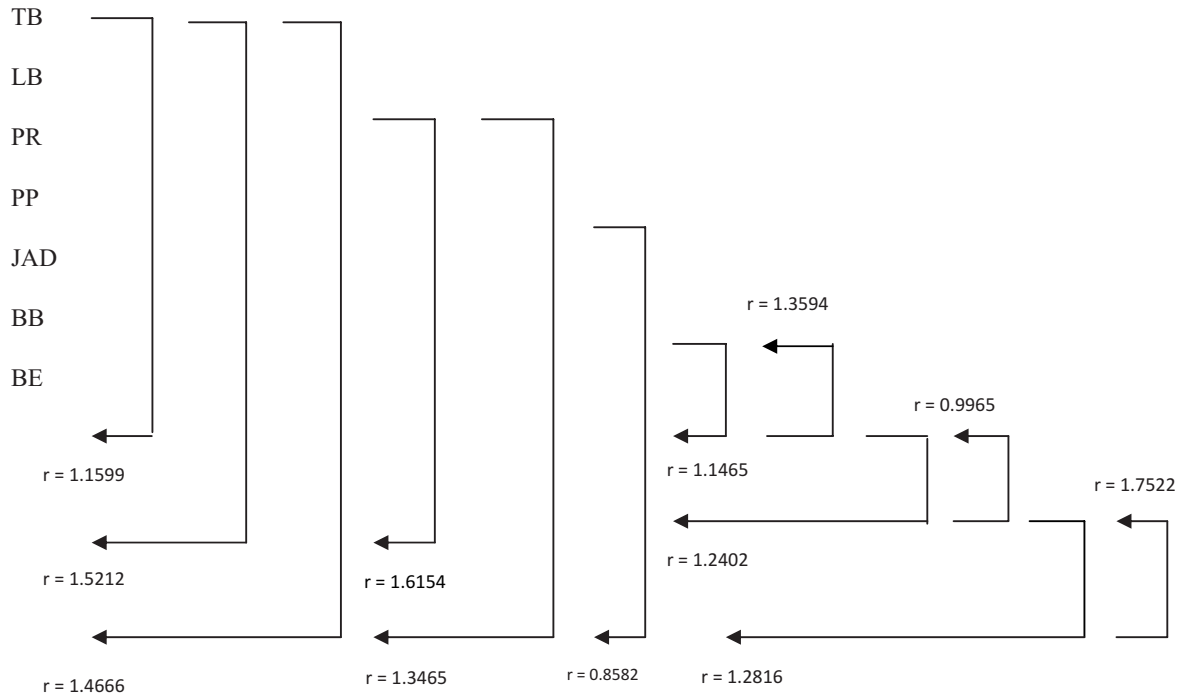
Karakter Characters	Nilai rata-rata, standard deviasi dan koefisien keragaman Average value, standard deviation and coefficient variation		
	X	SD	KK/CV (%)
Tinggi Batang/ <i>stem height</i> (m)	9.61	1.24	12.88
Lingkar Batang/ <i>girth of stem</i> (cm)	45.41	5.42	11.95
Jumlah Daun/ <i>number of leaf</i>	10.48	1.47	13.66
Panjang Rachis/ <i>rachis length</i> (m)	4.05	0.90	22.33
Panjang Petiole/ <i>petiole length</i> (m)	1.66	0.18	10.74
Lebar Petiole/ <i>petiole width</i> (cm)	4.14	0.55	13.38
Panjang Anak Daun/ <i>length of leaflet</i> (cm)	79.05	5.14	6.50
Lebar Anak Daun/ <i>width of leaflet</i> (cm)	5.92	0.70	11.86
Jumlah Anak Daun/ <i>number of leaflet</i>	96.50	4.45	4.61
Berat Batang/ <i>weight of trunk</i> (kg)	230.17	42.43	18.44
Berat Empulur/ <i>weight of pith</i> (kg)	210.14	36.99	17.60
Berat Tepung/ <i>weight of starch</i> (kg)	71.97	25.59	35.55

Karakter Vegetatif terhadap Berat Pati (BP)

Selain mengukur hubungan langsung karakter-karakter morfologi terhadap hasil, analisis koefisien lintas dapat juga mengukur hubungan tidak langsung karakter morfologi terhadap hasil.

a. Kecamatan Tabukan Tengah

Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat 11 hubungan tidak langsung karakter vegetatif dengan BP untuk aksesori sagu baruq yang ada di lokasi Tabukan Tengah (Tabel 1). Hubungan tidak langsung karakter vegetatif dengan karakter BP sagu baruq disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Hubungan kausal pengaruh tidak langsung antar tujuh karakter vegetatif terhadap berat tepung populasi sagu baruq asal Tabukan Tengah

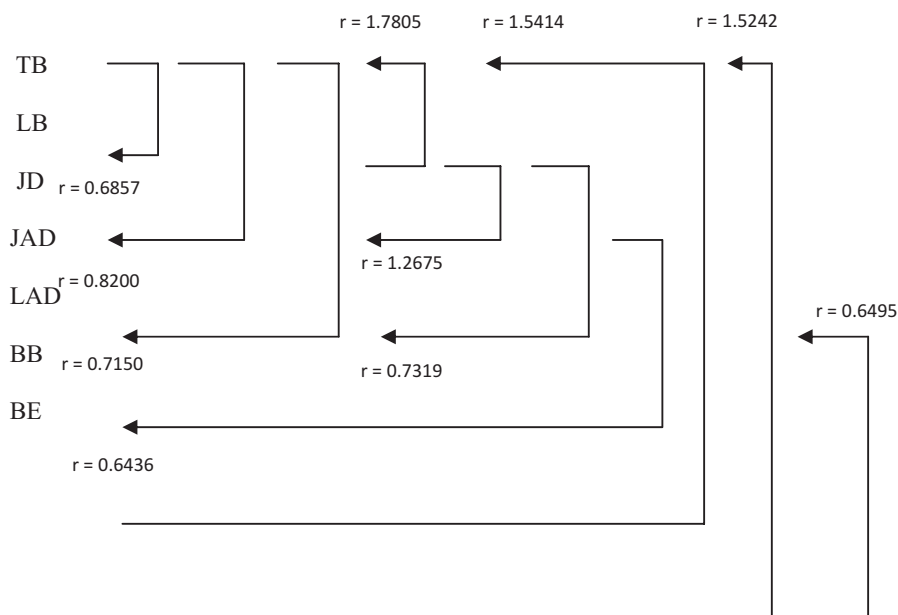
Figure 1. Path relationship of indirect among seven vegetative characters to weight of starch of baruq sago population originated from Tabukan Tengah

Hubungan tidak langsung karakter-karakter vegetatif sagu baruq berdasarkan Gambar 1 dapat dijelaskan bahwa karakter TB melalui JAD dengan nilai $r = 1,1599$; nilai r TB melalui BB adalah 1,5212; nilai r TB melalui BE adalah 1,4666; nilai r LB melalui BB adalah 1,6154; nilai r LB melalui BE adalah 1,3465; nilai r PP melalui BE adalah 0,8582; nilai r PP melalui JAD adalah 1,1465; nilai r JAD melalui PP adalah 1,3594; nilai r JAD melalui BB adalah 1,2402; nilai r BB melalui JAD sebesar 0,9965; nilai r BB melalui BE adalah 1,2816; dan nilai r BE melalui BB sebesar 1,7522.

Gambar di atas menjelaskan bahwa terdapat pengaruh tidak langsung antar ketujuh karakter sagu baruq asal tabukan Tengah karena memiliki nilai korelasi yang sangat nyata. Apabila tidak terdapat pengaruh langsung, seleksi dapat dilakukan melalui karakter-karakter yang pengaruhnya tidak langsung terhadap BP.

b. Kecamatan Manganitu

Terdapat sepuluh pengaruh tidak langsung antar karakter vegetatif terhadap produksi tepung (Gambar 2).



Gambar 2. Hubungan kausal pengaruh tidak langsung antar tujuh karakter vegetatif terhadap berat tepung populasi sagu baruq asal Manganitu

Figure 2. Path of indirect relationship among seven vegetative characters to weight of starch of baruk sago population from Manganitu

Gambar 2 memberikan penjelasan mengenai pengaruh tidak langsung antar tujuh karakter terhadap karakter BT. Adanya pengaruh tidak langsung pada beberapa karakter tersebut menunjukkan bahwa apabila tidak terdapat pengaruh langsung karakter-karakter terhadap BT, maka seleksi untuk perbaikan tanaman sagu baruq, terutama untuk meningkatkan produksi tepung, dapat dilakukan dengan mempertimbangkan ketujuh karakter tersebut.

Berdasarkan hasil sidik lintas terhadap karakter-karakter vegetatif tanaman sagu baruq, seleksi perbaikan tanaman cukup dilakukan melalui seleksi karakter-karakter yang memiliki pengaruh langsung terhadap BT, yaitu karakter TB, PR, PP, JAD, BB, dan BE untuk populasi tanaman sagu baruq yang ada di Tabukan Tengah, dan karakter-karakter TB, LB, JD, PP, LP, LAD, JAD, BB, dan BE untuk populasi sagu baruq yang ada di Manganitu. Adanya perbedaan karakter yang berpengaruh langsung maupun tidak langsung terhadap berat tepung di lokasi Tabukan Tengah dan Manganitu kemungkinan disebabkan oleh perbedaan ketinggian tempat dari permukaan laut antara kedua lokasi tersebut. Tabukan Tengah berada pada ketinggian kurang lebih 700 m dpl, sedangkan Manganitu berada pada 500-600 m dpl. Perbedaan tinggi tempat ini berpengaruh pada penampilan karakter, seperti TB, JAD, BB, dan BE. Hasil penelitian KOBRAEE dan SHAMSI (2011) terhadap tanaman kedelai yang diuji di dua lokasi berbeda menunjukkan pengaruh langsung dan tidak langsung karakter komponen produksi, seperti jumlah polong per tanaman paling besar terhadap hasil untuk kondisi lahan

normal, sementara di lahan tercekam pengaruh langsungnya kecil. Hasil penelitian ARYANA *et al.* (2011) menyebutkan bahwa sidik lintas padi beras merah di tiga lingkungan tumbuh yang berbeda memperlihatkan karakter yang berbeda yang berpengaruh terhadap berat gabah.

Secara umum, perbedaan yang terjadi di dalam pertumbuhan tanaman diakibatkan oleh adanya perbedaan faktor genetik dan lingkungan. Genotipe yang berbeda akan menunjukkan penampilan yang berbeda setelah berinteraksi dengan lingkungan. TARJOKO *et al.* (1996) dalam MURSITO (2003) mengatakan bahwa faktor lingkungan dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman sampai pematangan buah. Menurut ASHQAF dan ZULKIFAR (2012), produksi sebagai karakter kuantitatif sulit dalam seleksi, oleh karena itu, perlu dipelajari korelasi antara karakter-karakter morfologi untuk setiap populasi di masing-masing lokasi.

KESIMPULAN

Terdapat enam karakter vegetatif yang berpengaruh langsung terhadap berat pati dan dapat dijadikan seleksi peningkatan produksi pati sagu baruq di Tabukan Tengah. Keenam karakter tersebut adalah tinggi batang, panjang rachis, panjang petiole, jumlah anak daun, berat batang, dan berat empulur. Sementara itu, di Manganitu terdapat sembilan karakter yang dapat dijadikan sebagai kriteria seleksi untuk perbaikan tanaman, yaitu tinggi batang, lingkaran batang, jumlah daun, panjang petiole, lebar petiole,

lebar anak daun, jumlah anak daun, berat batang, dan berat empulur. Selain pengaruh langsung, terdapat 12 pengaruh tidak langsung yang dapat dipertimbangkan sebagai kriteria seleksi untuk populasi sagu baruq di Tabukan Tengah, dan 10 pengaruh tidak langsung untuk populasi sagu baruq di Manganitu.

DAFTAR PUSTAKA

- ACHARYA, N.N. 2006. Correlation and path analysis of some quantitative characters in F2 population of Indian Mustard (*Brassica juncea* (L) CZER and COSS). Indian J. Agric. Res. 40(3): 200-203.
- ARYANA, I G.P.M., N. BASUKI, dan KUSWANTO. 2011. Sidik lintas padi beras merah pada tiga lingkungan tumbuh berbeda. Agroteksos. 2(1): 1-10.
- ASHQAF, M., K.A. SALAM, and A. ZULFIKAR. 2012. Association of morphological traits with grain yield wheat. Int. J. Agri. Biol. 5(3): 262-264.
- CHKLOSKI, T. and P. PANTEL. 2005. Path Analysis for Refining Verbs Relations. Information Science Institute. University of Southern California 4676. AdmiraltyWay. Marina del Rey. CA 90292. {Tmc,pantel}@isi.edu. [diunduh Tgl. 6 Juni 2005].
- CYPRIEN, M. and V. KUMAR. 2011. Correlation and path coefficient analysis of rice cultivar data. Journal of Reliability and Statistical Studies. 4(2): 119-131.
- DERYA OZVEREN YUCEL, ANLARSAL A.E., and CELAL YUCEL 2006. Genetic variability, correlation and path analysis of yield and yield components in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Turk J. Agric. 30: 183-188.
- GAYATRI S.B, YUNIAR R.R., dan YUDIWANTI W.E.K. 2004 Analisis koefisien lintas beberapa sifat pada plasma nutfah gandum (*Triticum aestivum* L.) koleksi Balitbiogen. Zuriat. Jurnal Pemuliaan Indonesia. 15(1): 31-39.
- GIYATMI, W.L., SOLICHATUN, dan SUGIYARTO. 2008. Pertumbuhan, kandungan klorofil, dan laju respirasi tanaman garut (*Maranta arundinacea* L.) setelah pemberian asam giberelat (GA₃). Bioteknologi. 5(1): 1-9.
- JOSHI, B.K. 2005. Correlation, regression and path coefficient analysis for some yield components in common and tartary buckwheat in Nepal. Fagopyrum. 22: 77-82.
- KHAYATNEZHAD, M., R. SHAHRIARI, and R. GHOLAMIN. 2011. Correlation and path analysis between yield and yield components in potato (*Solanum tuberosum* L.). Middle-East Journal of Scientific Research. 7(1): 17-21.
- KOBRAEE, S. and K. SHAMSI. 2011. Evaluation of soybean yield under drought stress by path analysis. Australian Journal of Basic and Applied Sciences. 5(10): 890-895.
- KOCUREK, M. and J. PILARSKI. 2012. Implication of stem structures for photosynthesis function in select herbaceous plants. Pol. J. Environ. Stud. 2(6): 1687-1696.
- MALIANGKAY, R.B., M. DJAFAR, dan E. MANAROINSONG. 2002. Teknik pemindahan anakan sagu baruq. Buletin Palma. 28: 43- 50
- MENDEZ, A.M., D. CASTILO, A. DEL POZO, I. MATUS, and R. MORCUENDE. 2011. Differences in some stem soluble carbohydrates contents among recombinant chromosome substitution lines (RCSLs) of Barley under drought in a Mediterranean-type environment. Agronomy Research. 9 (II): 433-438.
- MIFTAHORRACHMAN. 2005. Sagu baruq (*Arenga macrocarpha* Becc.) sebagai sumber karbohidrat dan tanaman reboisasi di Kabupaten Kepulauan Sangihe. Buletin Palma. 29(2): 64-71.
- MURSI, D. 2003. Heritabilitas dan sidik lintas karakter fenotipik beberapa galur kedelai (*Glycine max.* (L.) Merrill). Agrosains. 6(2): 58-63.
- NASUTION, M.A. 2010. Analisis korelasi dan sidik lintas antara karakter morfologi dan komponen buah tanaman nenas (*Ananas comosus* L. Merr.). Crop Agro. 3(1): 1- 8.
- PAMIN. K.K. dan D. ASMONIO. 1993. Sidik lintas antara produksi minyak terhadap setiap komponennya pada kelapa. Buletin Pusat Penelitian Kelapa Sawit. 1(2): 189-197.
- RAFIQ Ch. M., MUHAMMAD R., HUSSAIN A., and ALTAH M. 2010. Studies on heritability, correlation and path analysis in maize (*Zea mays* L.). J. Agric. Res. 48(1): 35-38.
- SINGH, R.K. and B.D. CHAUDARY. 1977. Biometrical Methods in Quantitative Genetic Analysis. Kalyani Publishers, New Delhi. Ludhiana. p.70.
- SRIVASTAVA, R.L. and G. SINGH. 2012. Genetic variability, correlation and path analysis in Mungbean (*Vigna radiate* (L.) WILCZEK). Indian J. of Life Sci. 2(1): 61-65.

PROSPEK PERBAIKAN TEKNOLOGI BUDIDAYA DAN PASCAPANEN KUMIS KUCING DI KABUPATEN SUKABUMI

Prospect Improvement Cultivation Technology and Postharvest of Cats Whiskers in Sukabumi Regency

EKWASITA RINI PRIBADI, WAWAN LUKMAN, dan BAGEM SOFIANA SEMBIRING

Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat
Jalan Tentara Pelajar No. 3, Bogor 16111

email: pribadi_ekwasita@yahoo.com

(Diterima: 6-11-2013; Direvisi: 26-11-2014; Disetujui: 5-12-2014)

ABSTRAK

Penerapan teknologi pertanian diarahkan pada teknologi yang tepat guna dan tepat terapan sesuai dengan komoditas yang dikembangkan, untuk itu perlu didahului studi kelayakan. Penelitian bertujuan mengetahui prospek perbaikan teknologi budidaya dan pascapanen kumis kucing, dilakukan dalam bentuk sosialisasi dan demplot di kebun petani Kecamatan Nagrak, Sukabumi, Jawa Barat dari bulan Maret sampai Desember 2012. Perbaikan teknologi budidaya kumis kucing melalui penerapan pemupukan SOP rekomendasi Balitro dengan dosis pupuk kandang 20 ton/ha, diberikan 1-2 minggu sebelum tanam, Urea, SP-36, dan KCl masing-masing dengan dosis 200, 200, dan 150 kg/ha diberikan setiap habis panen. Pengeringan simplisia menggunakan kain penutup hitam pada terna basah yang dihangatkan di atas plastik. Data dianalisis secara deskriptif. Tingkat kelayakan teknologi budidaya diukur berdasarkan : tingkat efisiensi teknis, efisiensi ekonomis, serta efisiensi alokatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan SOP budidaya dan pascapanen anjuran Balitro dapat meningkatkan produksi dan pendapatan usaha tani kumis kucing, hasil terna basah kumis kucing untuk enam kali panen per tahun pada budidaya monokultur 3.333 kg/1.000 m² dan tumpang sari dengan ubi kayu 2.592 kg/1.000 m², lebih tinggi 62,70 dan 81,75% dibanding pada petani. Analisis efisiensi ekonomi terna basah SOP pemupukan Balitro pada budidaya monokultur diperoleh pendapatan Rp.2.486.667,- dan tumpang sari dengan ubi kayu Rp.946.000,- per 1.000 m², masing-masing dua kali dan sepuluh kali lebih tinggi dari pendapatan dengan pemupukan petani setempat. Pengembangan budidaya kumis kucing dengan pemupukan anjuran perlu upaya penyuluhan, penyediaan kredit usaha, dan promosi produk secara luas.

Kata kunci: *Orthosipon aristatus* Miq., perbaikan teknologi, budidaya, pascapanen, sistem usaha tani

ABSTRACT

The application of agricultural technologies directed at appropriate technology and applicability according to the commodity which was developed, for that require to be preceded by feasibility studies. Research prospect improvement cultivation technology and postharvest of java tea in the form dissemination and demonstration plots was conducted in the farmer's plantation at Nagrak District, Sukabumi, West Java, from March to December 2012. ISMCRI fertilizer recommendations were applied manure 20 tonnes/ha, applied 1-2 weeks before planting and inorganic fertilizer consisting of urea, SP36 and KCl respectively at a dose of 200, 200, and 150 kg/ha was given after every harvesting. Dissemination of the drying using black slipcover on the wet herbaceous plant spread on plastic. The feasibility technological was measured based on the level of technical efficiency, economic efficiency and price efficiency. The results showed SOP fertilizer introduced technically and economically more efficient,

herbaceous plant production java tea for six harvest per year on monoculture farming 3,333 kg/1.000 m² and intercropped with cassava 2,592 kg/1.000 m², were higher than the farmer production, and more efficient in the allocation of inputs there were 62.70 (monoculture) and 81.75% (in intercropping with cassava). Economic efficiency analysis of the wet herbaceous plant product showed, cultivation with SOP fertilizer recommendation on monoculture cultivation income earned Rp.2,486,667, - and intercropping with cassava Rp. 946,000, - per 1,000 m², respectively twice and ten times higher than income to local farmers fertilizing cultivation. The development of java tea cultivation using fertilizer recommendation should efforts of counseling, provision of business loans and promotion the product extensively.

Keywords: *Orthosipon aristatus* Miq., technology improvement, cultivation, postharvest, farming system

PENDAHULUAN

Pemanfaatan Obat Bahan Alam (OBA) di bidang medis telah meningkat di seluruh dunia karena kesadaran untuk mencegah penyakit secara preventif dan pencarian obat yang bersifat aman dan sedikit memberi efek samping (JANUWATI, 2006). Salah satu pemanfaatan OBA adalah sebagai bahan baku minuman fungsional. Mutu sediaan minuman fungsional sangat dipengaruhi oleh mutu simplisia yang digunakan. Mutu simplisia ini ditentukan oleh sumber, cara pengolahan, dan penyimpanan simplisia yang dilakukan dengan cara yang baik, yaitu berpedoman pada *Good Agriculture Practices* (GAP). Peranan *Standart Operational Procedure* (SOP) budidaya dan penanganan pascapanen adalah untuk menjadikan bahan baku menjadi lebih bermutu dari sumber bahan tanaman. Cara budidaya dan penanganan pascapanen merupakan aspek penting karena kualitas bahan baku tanaman obat dipengaruhi oleh faktor internal (genetik) dan eksternal, seperti lingkungan tumbuh, cara budidaya, cara panen, proses pascapanen, pengangkutan, dan cara penyimpanan (WHO, 2003).

Pada tahun 2011 Kementerian Kesehatan melalui program Saintifikasi Jamu telah menetapkan 15 jenis tanaman obat, yakni temu lawak, kunyit, pegagan, tempuyung, secang, kumis kucing, seledri, sembung,

meniran, timi, adas, brotowali, sambiloto, jati belanda, dan kepel sebagai tanaman bahan baku obat unggulan. Kumis kucing (*Orthosipon aristatus* Miq.) menjadi tanaman utama pada program tersebut karena dapat memperbaiki fungsi ginjal. Kandungan bahan aktif utama yang paling stabil dan dijadikan zat identitas simplisia kumis kucing adalah senyawa sinensetin yang bersifat antibakteri (ROSITA dan NURHAYATI, 2004). Dari 15 jenis tanaman obat unggulan program Saintifikasi Jamu tersebut, beberapa diantaranya telah diteliti dan dihasilkan teknologi budidaya sampai pascapanen secara lengkap, tetapi belum semua teknologi tersebut diterapkan oleh petani.

Usaha tani adalah proses pengorganisasian sumberdaya yang secara efektif dan efisien untuk tujuan memperoleh keuntungan yang besar pada waktu tertentu yang dikelola oleh perseorangan atau kelompok. Dikatakan efektif, apabila petani dapat mengalokasikan sumberdaya yang mereka miliki dengan optimal, dan efisien apabila sumberdaya tersebut menghasilkan keluaran yang melebihi masukan (SOEKARTAWI, 2002). Efisiensi dan efektivitas suatu usaha tani sangat tergantung pada teknologi yang diterapkan. Penerapan teknologi dalam pembangunan pertanian memiliki peran, antara lain (1) mempertinggi efisiensi produksi, (2) menimbulkan produk baru, dan (3) mempertinggi kualitas produk yang dihasilkan. Pengaruh penggunaan teknologi baru terhadap pendapatan berkaitan erat dengan produksi dan biaya produksi. Untuk mendapatkan pendapatan maksimum harus dipilih tingkat output yang maksimum dan biaya produksi minimum. Penerapan teknologi dalam bidang pertanian diarahkan pada teknologi yang tepat guna dan tepat terap sesuai dengan komoditas yang dikembangkan dan sumberdaya yang tersedia. Disamping itu, diperlukan juga peningkatan efisiensi dan produktivitas agar kualitas produk sesuai dengan permintaan pasar (GUMBIRA dalam SUPRIHATINI *et al.*, 2005).

Suatu inovasi teknologi akan dapat memacu berkembangnya usaha tani suatu komoditas apabila (1) berbasis sumberdaya lokal sehingga keunggulan komparatif yang dimiliki dapat dimanfaatkan semaksimal mungkin, (2) mempunyai pasar dan didukung oleh sistem pengolahan dan distribusi, (3) mendorong keragaman usaha dan pertumbuhan ekonomi wilayah, (4) memiliki kelayakan ekonomi dan finansial usaha yang baik dan mampu berkompetisi sekurang-kurangnya secara regional (GUMBIRA dalam SIMATUMPANG, 2006).

Dalam penerapan, pengembangan, dan penyebarluasan teknologi, perlu didahului studi kelayakan untuk menilai aspek kelayakan teknis, ekonomis, sosial budaya, dan lingkungan (ANGKASA *et al.*, 2003). Untuk itu, sosialisasi berupa pelatihan dan penerapan SOP budidaya dan pascapanen kumis kucing yang dihasilkan Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat (Balitro) di Kecamatan Nagrak Sukabumi Selatan dilakukan dengan tujuan agar petani mengetahui dan menerapkan SOP anjuran. Tulisan ini bertujuan menguraikan prospek

perbaikan teknologi budidaya dan pascapanen kumis kucing di Kabupaten Sukabumi.

BAHAN DAN METODE

Penelitian demplot dan sosialisasi usaha tani kumis kucing dilaksanakan di kebun petani di Desa Kalaparea, Kecamatan Nagrak, Sukabumi, Jawa Barat dari bulan Maret sampai dengan Desember 2012. Tahap awal penelitian dilakukan pengumpulan data tentang karakteristik petani dan permasalahan budidaya kumis kucing melalui *Partisipatif Rural Appraisal* (PRA) dengan pengambilan sampel petani kumis kucing sebanyak 10 orang diantara 65 orang anggota kelompok tani, tahap ke-dua berupa demplot dengan empat perlakuan cara budidaya, yaitu (1) monokultur dan dosis pemupukan petani setempat, (2) tumpang sari dengan ubi kayu dan dosis pemupukan petani setempat, (3) monokultur dan dosis pemupukan berdasarkan rekomendasi Balitro, (4) tumpang sari dengan ubi kayu dan dosis pemupukan rekomendasi Balitro. Luas per tanaman per petak yang digunakan adalah 1.000 m² dengan jarak antar baris 50 sampai 60 cm, jarak dalam baris 30 sampai 40 cm. Ubi kayu ditanam di dalam baris dengan jarak 1 m. Rekomendasi pemupukan Balitro yang diterapkan dalam penelitian ini adalah pupuk kandang 20 ton/ha, diberikan satu sampai dua minggu sebelum tanam dengan cara dibenamkan dan diaduk merata dengan tanah di dalam lobang tanam. Sementara itu, pupuk anorganik terdiri atas Urea, SP-36, dan KCl masing-masing dengan dosis 200, 200, dan 150 kg/ha diberikan setiap habis panen. Pengeringan simplisia dilakukan dengan menutup simplisia yang dihamparkan di atas plastik dengan kain hitam.

Pada akhir penelitian dilakukan temu lapang untuk mengetahui tanggapan petani terhadap budidaya dan pasca panen yang disosialisasikan, dengan cara tatap muka kepada anggota kelompok tani kumis kucing di Kecamatan Nagrak, berjumlah kurang lebih 65 orang. Sepuluh petani diantaranya dimintai pendapat tentang tanggapan petani terhadap teknologi pemupukan dan pascapanen yang diintroduksi, yang dilakukan melalui wawancara menggunakan kuisioner terstruktur.

Analisis data dilakukan secara diskriptif. Parameter yang diamati meliputi data asupan (input) berupa penggunaan sarana produksi budidaya, penggunaan tenaga kerja dan peralatan, data keluaran (*output*) berupa hasil terna segar dan kering, serta tanggapan petani. Harga masukan dan keluaran yang digunakan mengacu pada harga standar atau pasar yang berlaku pada saat penelitian dilakukan. Pengukuran tingkat kelayakan teknologi menggunakan tiga pendekatan, yaitu dengan mengukur tingkat efisiensi teknis, ekonomis, dan alokatif input (harga). Efisiensi teknis diukur berdasarkan produksi terna basah dan kering per satuan luas dan efisiensi ekonomi diukur berdasarkan KAY dan EDWARD (1999): (1) pendapatan per satuan luas (*Crop Value per Acre*) yang diukur dari nilai total produksi komoditas kumis dibagi per

satuan luas areal penanaman, (2) *Net Farm Income from Operation Ratio* (NFIO), yaitu rasio antara pendapatan kotor (GR) dikurangi biaya operasional teknologi yang diintroduksi (C_v) dan GR. Nilai ini menunjukkan persentase sisa pendapatan setelah dikurangi dengan biaya operasional. Makin besar persentase NFIO, maka makin tinggi efisien ekonomi teknologi yang diintroduksi.

$$\text{NFIO} = \frac{(GR - C_v)}{GR} \times 100\% \quad (1)$$

Sementara itu, efisiensi alokatif (harga) dihitung berdasarkan *Operating Expense Ratio* (OER), yaitu C_v dan GR. Makin kecil persentase OER makin efisien teknologi pemupukan kumis kucing yang diintroduksi.

$$\text{OER} = \frac{C_v}{GR} \times 100\% \quad (2)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Petani Contoh dan Permasalahan Usaha tani Kumis Kucing

Pengembangan kumis kucing di Desa Kalaparea sudah berlangsung sejak lama. Awalnya, daerah tersebut merupakan areal pengembangan teh. Pada saat harga teh tidak menentu, pengusaha Belanda memperkenalkan kumis kucing. Saat ini pengembangan dan perdagangan kumis kucing di wilayah Nagrak telah berkembang dengan pesat melibatkan lebih dari 400 petani dengan omzet

perdagangan per bulan mencapai 28 ton simplisia kering yang diekspor sampai ke Jerman. Akan tetapi, cara budidaya dan pascapanen yang diterapkan oleh petani masih sederhana, pemupukan diberikan dengan dosis dikuantifikasi, dan pengeringan dilakukan dengan menjemur di atas lantai atau halaman tanpa ada perlakuan khusus. Luas kepemilikan lahan 1.000 m² sampai 3 ha per KK.

Usia petani responden adalah 40 sampai 60 tahun. Sebagian besar dari mereka berpendidikan SD dengan pengalaman berusaha tani kumis kucing lebih dari 20 tahun. Sebagian besar petani membudidayakan kumis kucing di kebun (42,86%) dengan pola tanam polikultur (85,71%) ditumpangсарikan dengan tanaman kelapa, teh, ubi kayu, dan jagung (Tabel 1). Persentase petani yang melakukan tumpang sari kumis kucing dengan tanaman jagung, kelapa, dan teh lebih banyak daripada petani yang melakukan tumpang sari kumis kucing dengan ubi kayu. Hal ini menunjukkan bahwa petani cenderung melakukan tumpang sari kumis kucing dengan tanaman yang dapat menghasilkan pendapatan setiap saat dibandingkan dengan tanaman yang perlu waktu untuk dipanen, seperti ubi kayu. Kondisi tersebut menyebabkan kompetisi aktif antara tanaman kumis kucing dengan tanaman tumpang sari dalam penggunaan hara. Hasil penelitian AFFENDY *et al.* (2011) menunjukkan bahwa tumpang sari kumis kucing dengan durian yang dipanen hanya setiap musim dengan dosis pupuk kandang 13,3 ton/ha menghasilkan produksi terna kumis kucing 32% lebih tinggi daripada kumis kucing yang ditumpangсарikan dengan karet yang disadap setiap hari dan diberikan pupuk kandang dengan jumlah yang sama.

Tabel 1. Karakteristik usaha tani kumis kucing di Desa Kalaparea Kecamatan Nagrak, Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat
Table 1. Characteristic of the java tea farmers in the Kalaparea Village, Nagrak District, Sukabumi, West Java

No.	Karakteristik/Characteristic	Jumlah petani Number of farmers (%)
1.	Lokasi penanaman/ <i>Planting location</i>	
	- Sawah/ <i>Wetland</i>	14,28
	- Ladang/ <i>Field</i>	28,57
	- Kebun/ <i>Garden</i>	42,86
	- Sawah dan kebun/ <i>Wetland and garden</i>	14,29
2.	Pola tanam/ <i>Cropping pattern</i>	
	- Polikultur/ <i>Polyculture</i>	85,71
	- Monokultur/ <i>Monoculture</i>	14,29
3.	Tanaman yang ditumpangсарikan/ <i>Intercropped plants</i>	
	- Ubi kayu/ <i>Cassava</i>	14,29
	- Jagung/ <i>Maize</i>	28,57
	- Ubi kayu, jagung, dan kacang/ <i>Cassava, maize, and peanuts</i>	14,29
	- Lainnya (tanaman tahunan : kelapa, teh, pisang, dan sengan)/ <i>Others annual crops (coconuts, tea, banana, albazia)</i>	42,86

Permasalahan utama pembudidayaan kumis di daerah tersebut adalah keterbatasan modal usaha tani (87,71%) yang berkorelasi langsung dengan kemampuan petani untuk menyediakan saprodi (87,715). Tenaga kerja dan pemasaran bukan merupakan kendala dalam budidaya kumis kucing. Akan tetapi, kendala yang ditemui dalam

budidaya kumis kucing adalah mulai ada serangan penyakit layu dan hama penggulung daun (57,14%). Hampir separuh dari responden menyatakan bahwa fluktuasi harga merupakan kendala dalam pengembangan kumis kucing di daerah ini (Tabel 2).

Tabel 2. Permasalahan Usaha tani Kumis kucing di Desa Kalaparea Kecamatan Nagrak, Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat
Table 2. The constraints of java tea farming system in Kalaparea village, Nagrak District, Sukabumi, West Java

No.	Faktor penentu usaha tani kumis kucing <i>The constraints of java tea farming system</i>	Tanggap petani/ <i>Perceptive of farmers (%)</i>		
		Kendala <i>Constraints</i>	Tidak/ <i>No</i>	Tidak berpendapat <i>No opinion</i>
1.	Kompetisi lahan dengan tanaman lain/ <i>Land competition</i>	42,86	0,00	57,14
2.	Permodalan/ <i>Capital</i>	85,71	14,29	0,00
3.	Ketersediaan saprodi/ <i>The availability of production facilities</i>	85,71	14,29	0,00
4.	Ketersediaan tenaga kerja/ <i>Labor supply</i>	14,29	85,71	0,00
5.	Serangan hama dan penyakit <i>Pest and diseases attack</i>	57,14	42,86	0,00
6.	Pemasaran/ <i>Marketing</i>	28,57	71,43	0,00
7.	Fluktuasi harga jual/ <i>Fluctuations in selling prices</i>	42,86	0,00	57,14

Kelayakan Teknologi Budidaya yang Diintroduksi

Usaha tani kumis kucing di Desa Kalapa Rea biasanya mulai dipanen tiga bulan setelah penanaman. Dalam satu tahun rata-rata dilakukan enam kali panen. Pupuk yang diberikan oleh petani setempat adalah pupuk kandang yang diberikan setahun sekali atau pada saat tanaman memerlukan. Sementara itu, pupuk urea dan KCl diaplikasikan setiap habis panen.

Analisis usahatani yang dilakukan pada penelitian ini diutamakan pada penggunaan dosis pupuk anjuran Balitro pada pola monokultur dan tumpang sari kumis kucing dengan singkong, meskipun hanya 14,29% petani responden yang menanam kumis kucing tumpang sari dengan singkong (Tabel 1). Selain itu tumpang sari dengan singkong lebih rendah tingkat naungannya dibandingkan bila ditumpangsarikan dengan jagung, karena singkong ditanam antar petakan sedangkan jagung ditanam di dalam petakan. Hasil penelitian MICHEL (2013) menunjukkan bahwa kumis kucing yang ditanam tanpa naungan disertai pemupukan kotoran kambing dan ayam menghasilkan pertumbuhan yang optimal dibandingkan dengan perlakuan dengan naungan berat.

Dosis pemupukan anjuran Balitro lebih tinggi daripada dosis pemupukan yang dilakukan oleh petani, terutama pada penggunaan pupuk Urea. Pada tumpang sari kumis kucing dengan ubi kayu, petani memberikan urea pada kumis kucing dan ubi kayu, sedangkan SOP pemupukan Balitro pemupukan urea hanya diberikan pada tanaman kumis kucing saja. Hasil penelitian KASTONO *et al.* (2005) menunjukkan bahwa dosis pupuk urea yang semakin bertambah akan meningkatkan jumlah daun karena nitrogen yang terserap oleh akan tanaman sangat berperan dalam

pertumbuhan vegetatif. Pupuk nitrogen merupakan pupuk yang sangat penting bagi semua tanaman. Nitrogen merupakan penyusun dari semua senyawa protein. Kekurangan nitrogen pada tanaman yang sering dipangkas akan mempengaruhi pembentukan cadangan makanan yang berfungsi untuk pertumbuhan (LINDAWATI *et al.*, 2000).

Analisis efisiensi teknis dan ekonomi menunjukkan bahwa usaha tani kumis kucing baik monokultur maupun tumpang sari dengan ubi kayu menggunakan SOP pemupukan yang diintroduksi secara teknis dan ekonomi lebih efisien dibandingkan usaha tani kumis kucing petani setempat. Hal tersebut ditunjukkan oleh produksi kumis kucing, nilai pendapatan bersih, B/C rasio, dan *NFIO* demplot usaha tani kumis kucing menggunakan dosis pemupukan berdasarkan SOP yang lebih besar dibandingkan dengan usaha tani kumis kucing pola petani (Tabel 3).

Penggunaan dosis pupuk anjuran pada pertanaman kumis kucing monokultur maupun tumpang sari dengan ubi kayu juga menghasilkan pendapatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan usaha tani sejenis yang dilakukan petani di Kampung Cirendeu, Desa Girijaya, Kecamatan Nagrak, Kabupaten Sukabumi, yang hanya menghasilkan pendapatan sebesar Rp. 16.198.757,-/ha/2 tahun (ERMIATI *et al.*, 2005). Sementara itu, penelitian ZAHARAH dan SALBIAH (2005) menyatakan bahwa dengan jarak tanam kumis kucing antar baris 1,5 meter dan di dalam baris 0,45 meter hanya diperoleh hasil terna basah 18 ton/ha setara dengan terna kering 3,5 ton/ha. Penelitian WIJONARKO (2002) pada tumpang sari damar umur 2 tahun, jagung dan kumis kucing menghasilkan pendapatan bersih dari jagung dan kumis kucing sebesar Rp.12.930.834,-/ha/tahun. Usaha

tani kumis kucing dengan dosis pemupukan Balitro juga lebih menguntungkan dibandingkan dengan usaha tani tanaman obat lainnya, seperti pola tanam sambiloto dan jagung yang menghasilkan pendapatan bersih Rp1.188.360/1.000 m² lahan dan B/C rasio 1,45 (PRIBADI,

2007), usaha tani temu lawak Rp 819.965,-/1.000 m² lahan dan B/C rasio 1,101 (PRIBADI dan RAHARJO, 2007), dan usaha tani gambir Rp. 4.840.625,-/ha/tahun dengan B/C rasio 1,69 (YUHONO, 2004).

Tabel 3. Perbandingan biaya dan pendapatan usaha tani kumis kucing budidaya petani setempat dan SOP anjuran Balitro per 1.000 m²/tahun di Kalaparea, Nagrak, Sukabumi per tahun (enam kali panen)

Table 3. *Comparison of farming costs and revenue demonstration plot of farmers cultivating java tea with ISMCRI culture techniques SOP per 1,000 m²/year in Kalaparea Village, Nagrak District, Sukabumi (six times harvesting)*

Uraian/description	Satuan/ Unit	Budidaya kumis kucing monokultur yang diterapkan petani/monoculture cultivation cats whiskers applied by farmers			Tumpangsari kumis kucing dengan ubi kayu yang diterapkan petani/intercropping cats whiskers with cassava applied by farmers			Budidaya kumis kucing monokultur berdasarkan SOP anjuran/monoculture cultivation cats whiskers based on SOP recommendation			Tumpangsari kumis kucing dengan ubi kayu/intercropping cats whiskers with cassava applied based on SOP recommendation		
		Harga/satu-an unit price	Volume	Jumlah/ total	Harga/satu- n unit price	Volume	Jumlah/ total	Harga/satu- an unit price	Volume	Jumlah/ total	Harga/satu- an unit price	Volume	Jumlah/ total
Pembukaan lahan/land clearing	HOK	20.000	25	500.000	20.000	25	500.000	20.000	25	500.000	20.000	25	500.000
Pembuatan petak tanam/plotting	HOK	20.000	16	325.000	20.000	16	325.000	20.000	16	325.000	20.000	16	320.000
Pemberian pupuk kandang/manure fertilizing	HOK	20.000	4	80.000	20.000	4	80.000	20.000	4	80.000	20.000	4	80.000
Penanaman/planting	HOK	20.000	10	200.000	20.000	12	240.000	20.000	12	240.000	20.000	12	240.000
Penyiangan/wedding	HOK	20.000	24	480.000	20.000	24	480.000	20.000	24	480.000	20.000	24	480.000
Pemberian pupuk buatan 6 x/an-organic fertilizing	HOK	20.000	6	120.000	20.000	6	120.000	20.000	6	120.000	20.000	6	120.000
Panen (6 kali)/harvesting	HOK	20.000	45	900.000	20.000	50	1.000.000	20.000	48	960.000	20.000	50	1.000.000
Jumlah Biaya Tenaga Kerja/total labour cost				2.605.000			2.745.000			2.700.000			2.740.000
Bahan/material							0						0
Benih kumis kucing/seed of cat whiskers	kg	1.500	188	281.250	1.500	188	281.250	50	2.200	110.000	50	2.200	110.000
Benih ubikayu/seed of cassava					100	180	18.000				100	180	18.000
Pupuk kandang/manure	kg	250	2.000	500.000	250	2.000	500.000	250	2.000	500.000	250	2.000	500.000
Pupuk buatan/an-organic fertilizer													
a. Urea (6 kali/tahun)	kg	2.000	75	150.000	2.000	150	300.000	2.000	120	240.000	2.000	120	240.000
c. KCl (6 kali/tahun)	kg	3.000	0	0	3.000	0	0	3.000	120	360.000	3.000	120	360.000
d. SP-36 (6 kali/tahun)	kg	3.000	113	337.500	3.000	225	675.000	3.000	90	270.000	3.000	90	270.000
Jumlah Biaya Bahan/total cost of material				1.268.750			1.774.250			1.480.000			1.498.000
Jumlah Biaya Usahatani/total cost of farming system				3.873.750			4.519.250			4.180.000			4.238.000
Biaya Pasca panen/post harvest cost													
- Biaya Penjemuran/drying cost		20.000	3	60.000	20.000	3	60.000	20.000	3	60.000	20.000	3	60.000
- Biaya pemisahan tangkai dan daun/separation costs stalks and leaves	kg	300	2.048	614.400	300	1.843	552.960	300	2.667	800.000	300	2.074	622.080
Jumlah Biaya Pasca panen/total post harvest cost				674.400			612.960			860.000			682.080
Total biaya/total cost				4.548.150			4.579.250			4.240.000			4.298.000
HASIL/PRODUCTION													
Terna basah (6 kali panen/tahun)/fresh herbs (6 times of harvesting)	kg	2.000	2.560	5.120.000	2.000	2.304	4.608.000	2.000	3.333	6.666.667	2.000	2.592	5.184.000
Terna kering (6 kali panen/tahun)/dry herbs (6 times of harvesting)	kg	14.500	384	5.568.000	14.500	346	5.011.200	14.500	500	7.250.000	14.500	389	5.637.600
Ubikayu/cassava					750	2.000	1.500.000				750	2.000	1.500.000
Terna Basah/fresh herbs													
Pendapatan bersih/revenue				1.246.250			88.750			2.486.667			946.000
B/C rasio/ratio				1,32			1,02			1,59			1,22
Net Farm Income from Operation Ratio				24,34			1,93			37,30			18,25
Efisiensi alokatif (harga)/Operating Expense Ratio				75,66			98,07			62,70			81,75
Terna kering/dry herbs													
Pendapatan bersih/revenue				1.019.850			431.950			3.010.000			1.339.600
B/C rasio/ratio				1,22			1,09			1,71			1,31
Net Farm Income from Operation Ratio				18,32			8,62			41,52			23,76
Efisiensi alokatif (harga)/Operating Expense Ratio				69,57			90,18			57,66			75,17

Tanggap petani terhadap demplot SOP pemupukan kumis kucing

Hasil wawancara dengan petani kumis menunjukkan, mereka berpendapat bahwa pelaksanaan (85,71%), biaya usaha tani (85,71%), produksi (71,435), mutu produksi

(71,435), dan harga jual produk (85,715) menggunakan SOP pemupukan kumis kucing anjuran relatif sama dibandingkan dengan SOP pemupukan yang selama ini mereka terapkan. Akan tetapi, mereka berpendapat bahwa pengembangan kumis kucing secara luas menggunakan SOP pemupukan anjuran lebih menguntungkan dibanding-

kan dengan pengembangan dengan SOP pemupukan yang selama ini mereka lakukan. Untuk pengembangan budidaya berdasarkan SOP pemupukan anjuran, petani meng-

harapkan adanya bantuan modal, bimbingan teknik budidaya, dan informasi pemasaran (Tabel 4).

Tabel 4. Tanggap petani terhadap demplot SOP pemupukan kumis kucing

Table 4. The response of farmers to SOP demonstration plot of java tea fertilizing techniques

No.	Pendapat petani terhadap demplot SOP pemupukan kumis kucing yang diintroduksi/ <i>Farmer's respons to the fertilizing techniques of java tea introduced</i>	(%)
1.	Pelaksanaan di lapang/ <i>Implementation in the field</i>	
	- Lebih sulit/ <i>Harder</i>	14,29
	- Sama saja/ <i>The same</i>	85,71
	- Lebih mudah/ <i>Easier</i>	0,00
	- Tidak berkomentar/ <i>No opinion</i>	0,00
2.	Biaya usaha tani/ <i>Farming cost</i>	
	- Lebih murah/ <i>Cheaper</i>	0,00
	- Sama saja/ <i>The same</i>	85,71
	- Lebih mahal/ <i>More expensive</i>	28,57
	- Tidak berpendapat/ <i>No opinion</i>	0,00
3.	Mutu produksi/ <i>Quality of product</i>	
	- Lebih baik/ <i>Better</i>	14,29
	- Sama saja/ <i>The same</i>	71,43
	- Lebih rendah/ <i>Lower</i>	0,00
	- Tidak berpendapat/ <i>No opinion</i>	16,67
4.	Produksi terna/ <i>Herb production</i>	
	- Lebih tinggi/ <i>Much more</i>	28,57
	- Sama saja/ <i>The same</i>	71,43
	- Lebih rendah/ <i>Lesser</i>	0,00
	- Tidak berpendapat/ <i>No opinion</i>	0,00
5.	Harga jual/ <i>Selling price</i>	
	- Lebih murah/ <i>Cheaper</i>	0,00
	- Sama saja/ <i>The same</i>	85,71
	- Lebih mahal/ <i>More expensive</i>	0,00
	- Tidak berpendapat/ <i>No opinion</i>	14,29
6.	Pengembangan secara luas/ <i>The development widely</i>	
	- Lebih menguntungkan daripada budidaya lokal/ <i>Profitable than local cultivation</i>	100
	- Sama saja/ <i>The same</i>	0,00
	- Merugikan daripada budidaya lokal/ <i>Detrimental than local cultivation</i>	0,00
	- Tidak berpendapat/ <i>No opinion</i>	0,00
7.	Permasalahan yang akan dihadapi bila SOP anjuran diintroduksi/ <i>Problems to be faced when SOP recommendation introduced</i>	
	- Pengadaan saprodi/ <i>Procurement of inputs</i>	0,00
	- Permodalan/ <i>Capital</i>	57,14
	- Pelaksanaan di lapang/ <i>Implementation in the field</i>	0,00
	- Keengganan petani menerima inovasi baru/ <i>Reluctance of farmers accept a new innovations</i>	0,00
	- Pengadaan saprodi dan permodalan/ <i>Procurement of inputs and capital</i>	42,86
8.	Bantuan yang diperlukan untuk pengembangan SOP dalam skala luas/ <i>Assistance needed for the development of culture techniques SOP in large scale</i>	
	- Pelatihan teknik budidaya/ <i>Culture techniques training</i>	0,00
	- Permodalan/ <i>Capital</i>	57,14
	- Informasi pasar/ <i>Market information</i>	0,00
	- Promosi/ <i>Promotions</i>	0,00
	- Teknik budidaya dan permodalan/ <i>Culture techniques and capital</i>	14,29
	- Permodalan dan informasi pasar/ <i>Capital and market information</i>	28,57

Tabel 5. Tanggap petani terhadap demplot SOP pascapanen kumis kucing
 Table 5. The response of farmers to the SOP demonstration plot of java tea postharvest

No.	Pendapat petani terhadap SOP pascapanen kumis kucing yang diintroduksi <i>Farmer's respons to the SOP postharvest of java tea were introduced</i>	(%)
1.	Pelaksanaan di lapang/ <i>Implementation on the field</i>	
	- Lebih sulit/ <i>Harder</i>	28,57
	- Sama saja/ <i>The same</i>	0,00
	- Lebih mudah/ <i>Easier</i>	71,43
	- Tidak berkomentar/ <i>No opinion</i>	0,00
2.	Biaya pascapanen/ <i>Postharvest cost</i>	
	- Lebih murah/ <i>Cheaper</i>	0,00
	- Sama saja/ <i>The same</i>	71,43
	- Lebih mahal/ <i>More expensive</i>	28,57
	- Tidak berpendapat/ <i>No opinion</i>	0,00
3.	Mutu produksi/ <i>Quality of product</i>	
	- Lebih baik/ <i>Better</i>	71,43
	- Sama saja/ <i>The same</i>	0,00
	- Lebih rendah/ <i>Lower</i>	14,29
	- Tidak berpendapat/ <i>No opinion</i>	14,29
4.	Produksi kering/ <i>Dried product</i>	
	- Lebih tinggi/ <i>Much more</i>	14,29
	- Sama saja/ <i>The same</i>	57,14
	- Lebih rendah/ <i>Lesser</i>	0,00
	- Tidak berpendapat/ <i>No opinion</i>	28,57
5.	Harga jual/ <i>Selling price</i>	
	- Lebih murah/ <i>Cheaper</i>	42,86
	- Sama saja/ <i>The same</i>	42,86
	- Lebih mahal/ <i>More expensive</i>	0,00
	- Tidak berpendapat/ <i>No opinion</i>	14,29
6.	Pengembangan secara luas/ <i>The development widely</i>	
	- Lebih menguntungkan daripada pascapanen cara lokal/ <i>Profitable than local postharvest</i>	71,43
	- Sama saja/ <i>The same</i>	14,29
	- Merugikan daripada pascapanen cara lokal/ <i>Detrimental than local postharvest</i>	0,00
	- Tidak berpendapat/ <i>no opinion</i>	14,29
7.	Permasalahan yang akan dihadapi bila SOP pascapanen anjuran diintroduksi/ <i>Problems to be faced when SOP of postharvest recommendation introduced</i>	
	- Pengadaan peralatan/ <i>Procurement of equipment</i>	0,00
	- Permodalan/ <i>Capital</i>	14,29
	- Pelaksanaan di lapang/ <i>Implementation in the field</i>	0,00
	- Keengganan petani menerima inovasi baru/ <i>reluctance of farmers accept a new innovations</i>	0,00
	- Permodalan dan pelaksanaan di lapang/ <i>capital and the implementation in the field</i>	42,86
	- Permodalan dan keengganan petani menerima inovasi baru/ <i>Capital and reluctance of farmers accept a new innovations</i>	42,86
8.	Bantuan yang diperlukan untuk pengembangan SOP pascapanen dalam skala luas/ <i>Assistance needed for the development of postharvest SOP in large scale</i>	
	- Pelatihan teknik SOP pascapanen/ <i>Training on postharvet SOP</i>	0,00
	- Permodalan/ <i>Capital</i>	0,00
	- Informasi pasar/ <i>Market information</i>	0,00
	- Promosi/ <i>Promotion</i>	0,00
	- Pelatihan SOP pascapanen dan permodalan/ <i>Training on postharvest SOP and capital</i>	14,29
	- Permodalan dan bantuan promosi/ <i>Capital and promotion</i>	85,71

Tanggap Petani terhadap Demplot Pascapanen Kumis Kucing

Pascapanen yang disosialisasikan adalah tahap pengeringan, yang dilakukan dengan cara kumis kucing dihindarkan di plastik, ditutup dengan kain hitam, dan dikeringkan di bawah panas matahari. Tanggap petani terhadap tahap pascapanen ini cukup positif karena mereka berpendapat pelaksanaan di lapang lebih mudah (71,43%), mutu produksi lebih baik (71,43%), produksi kering sama saja (57,14%), pengembangan SOP pascapanen secara luas lebih menguntungkan (71,43%), biaya pascapanen sama dengan pascapanen yang mereka biasa lakukan, yaitu menghamparkan kumis kucing di atas tikar bambu langsung dijemur/dikeringkan di bawah panas matahari (71,43%). Akan tetapi, mereka berpendapat harga jual sama saja dan lebih murah (42,86%). Kendala pemanfaatan teknologi ini menurut petani adalah permodalan dan pelaksanaan di lapang (42,86%), adanya keengganan petani menerima inovasi baru (42,86%), serta untuk menerapkan teknologi ini mereka memerlukan bantuan permodalan dan promosi produk (85,71%) (Tabel 5).

Berdasarkan tanggap responden, diharapkan SOP pemupukan dan pascapanen kumis kucing akan segera diadopsi oleh petani setempat karena tanggap mereka cukup positif terhadap inovasi teknologi yang diintroduksi. Suatu inovasi teknologi akan cepat diadopsi apabila (1) mempunyai keunggulan relatif bila memberikan manfaat pada pengguna tidak saja dari aspek-aspek teknis dan ekonomis, tetapi juga dari sudut kenyamanan dan kepuasan pengguna, (2) sesuai dengan kebutuhan, (3) mudah diterapkan, (4) telah teruji keterandalannya dalam skala kecil, dan (5) mudah diamati perubahan keberhasilannya (ROGERS, 2003).

KESIMPULAN

Perbaikan teknologi budidaya dan pascapanen kumis kucing di Sukabumi cukup prospektif. Pemupukan menggunakan dosis anjuran Balitro dapat meningkatkan produksi dan pendapatan usaha tani kumis kucing, baik yang ditanam monokultur maupun tumpang sari dengan ubi kayu dibandingkan dengan usaha tani kumis kucing dengan menggunakan dosis yang digunakan oleh petani. Untuk mendukung pengembangan inovasi ini perlu upaya penyuluhan, penyediaan kredit usaha, dan promosi produk secara luas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tulisan ini merupakan bagian dari kerjasama penelitian Program Insentif Peningkatan Kemampuan Peneliti dan Perekayasa tahun 2012 dengan judul "Penanganan Pascapanen Simplisia untuk Menghasilkan Bahan Baku Terstandar Mendukung Industri Minuman Fungsional". Ucapan terima kasih disampaikan kepada

Ir. M. Januwati, MS sebagai peneliti utama yang telah memberikan bimbingan dalam penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- AFFENDY, H., M. AMINUDIN, M. AZMY, M.A. AMRIZI, K. ASSIS, dan A.T. TOMER. 2011. Effect of organic fertilizers application to the growth of *Orthosiphon stamineus* Benth. intercropped with *Hevea brasiliensis* Wild. and *Durio zibethinus* Murr. Int. J. Agric. Res. 6(2): 180-187.
- ANGKASA, W. INDRA, B. RISDIANTO dan KASMAN. 2003. Pengkajian mekanisme difusi teknologi tepat guna pertanian. Prosiding Seminar Teknologi untuk Negeri 2003. Badan Pengembangan dan Penerapan Teknologi. V: 140-155.
- ERMIATI, M. HASANAH, dan SUKARMAN. 2005. Analisis kelayakan usaha tani kumis kucing (*Orthosiphon grandiflorus*) di Kabupaten Sukabumi. Buletin Penelitian Tanaman Rempah dan Obat. XVI(2): 91-102.
- JANUWATI, M. 2006. Peran teknologi nuklir dalam agroindustri tanaman obat. Risalah Seminar Nasional Aplikasi Isotop dan Radiasi. Hlm : 27-29
- KAY, R.D. dan W.M. EDWARDS. 1999. Farm Management. Mc Graw-Hill Companies. 489 p.
- KASTONO, D., H. SAWITRI, dan SISWANDONO. 2005. Pengaruh nomor ruas setek dan dosis pupuk urea terhadap pertumbuhan dan hasil kumis kucing. Jurnal Ilmu Pertanian. XII(1): 56-64.
- LINDAWATI, N., IZHAR, dan H. SYAFRIA. 2000. Pengaruh pemupukan nitrogen dan interval pemotongan terhadap produktivitas dan kualitas rumput lokal kumpai pada tanah Podzolik merah kuning. JPPTP. 2(2): 130-133.
- MICHEL, A. 2013. Pertumbuhan, Biomassa Daun, dan Kerapatan Trikoma Kelenjar pada Kumis Kucing (*Orthosiphon stamineus* Benth.) dengan Pemberian Berbagai Pupuk Organik dan Naungan (Skripsi). Fakultas MIPA, Institut Pertanian Bogor. 16 hlm.
- PRIBADI, E.R. 2007. Kajian kelayakan usaha tani pola tanam sambiloto dengan jagung. Jurnal Littri 13(3): 98-105.
- PRIBADI, E.R. dan M. RAHARDJO. 2007. Kajian ekonomi budidaya organik dan konvensional pada 3 nomor harapan temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb). Bul. Litro. Vol. XVIII (1) : 73-85
- ROGERS, E.M. 2003. Diffusion of Innovations. 5th Edition. The Free-Press. A Division of Macmillan Publishing Co Inc. New York. 576 p.
- ROSITA, S.M.D. dan H. NURHAYATI. 2004. SOP budidaya kumis kucing (*Orthosiphon aristatus* Miq.). Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat. 7 hlm.
- SIMATUMPANG, J.T. 2006. Pengembangan dan aplikasi iptek dalam pembangunan pertanian Indonesia. Jurnal Penelitian Bidang Ilmu Pertanian. 4(1): 1-6.

- SOEKARTAWI. 2002. Analisa Usahatani. Universitas Indonesia Press. Jakarta. 110 hlm.
- SUPRIHATINI, R., E.G. SA'ID, MARIMIN, dan D. MANGUNWIDJAJA. 2005. Analisis kondisi komponen-komponen teknologi pengolahan di industri teh curah Indonesia J. Tek. Ind. Pert. 14(3): 101-106.
- WHO. 2003. WHO Guidelines on Good Agricultural and Collection Practices (GACP) for Medicinal Plants. World Health Organization. 72 p.
- WIJONARKO. 2002. Studi Pemanfaatan Ekstra Daun Kumis Kucing sebagai Aktivator Dekomposisi Serasah dan Pengaruh Penggunaan Kumis Kucing sebagai Tanaman Sela terhadap Neraca Hara dan Analisa Ekonominya pada Sistem Tanaman Tumpang Sari (Tesis). Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. 125 hlm.
- YUHONO, J.T. 2004. Analisa Pendapatan Usaha Tani dan Pemasaran Gambir. Bul. Littro. 15(2): 9-21.
- ZAHARAH, A. and H. SALBIAH. 2005. Population density of misai kucing (*Orthosiphon stamineus*, Benth.) grown in bris soil. Proceeding of the Seminar on Medicinal and Aromatic Plant. Current Trends and Perspective. Forest Research Institute Malaysia. p. 374-382.

ABSTRAK/ABSTRACT JURNAL PENELITIAN TANAMAN INDUSTRI VOLUME 20, TAHUN 2014

Jurnal Littri Vol. 20 No. 1, Maret 2014: 1-8

Daya Simpan Benih Rimpang Jahe Putih Besar di Dataran Tinggi dengan Perlakuan Pestisida Nabati dan Analisis Ekonominya

Storability of Big White Ginger Rhizomes at High Altitude Using Botanical Pesticide and Its Economical Analysis

Sukarman dan Ermianti (Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat)

Setelah panen, benih jahe harus disimpan beberapa bulan menunggu datangnya musim tanam. Teknologi yang tepat dan kondisi penyimpanan yang optimum akan mampu mempertahankan mutu fisik dan fisiologis benih. Informasi daya simpan benih dengan perlakuan pestisida nabati di dataran tinggi serta analisis ekonominya masih terbatas. Penelitian bertujuan untuk mengetahui daya simpan benih dengan perlakuan pestisida nabati di dataran tinggi dan kelayakan ekonominya. Percobaan dilakukan di KP. Gunung Putri Balitro, Cianjur, Jawa Barat (± 1.400 m dpl) dari Agustus 2009 sampai April 2010. Penelitian menggunakan rancangan faktorial yang disusun dalam rancangan acak kelompok (RAK), dengan dua faktor dan tiga ulangan. Faktor pertama adalah empat perlakuan pestisida nabati yaitu (1) Kontrol; (2) Cekam EC (pestisida berbahan baku cengkeh dan kayu manis); (3) CEES EC (cengkeh dan serai wangi); (4) Mitol (minyak cengkeh). Faktor kedua adalah lima periode penyimpanan yaitu 0, 2, 4, 6, dan 8 bulan. Pada awal penyimpanan dan setiap dua bulan diamati mutu fisik (penyusutan bobot rimpang dan kadar air) dan fisiologis (daya tumbuh, jumlah rimpang bertunas, jumlah tunas per rimpang, dan panjang tunas). Pada enam dan delapan bulan setelah penyimpanan dilakukan analisis kelayakan usaha taninya. Hasil penelitian menunjukkan daya tumbuh, kadar air, dan penyusutan bobotnya berturut-turut $\geq 97,0\%$, $\geq 85\%$, dan $< 20\%$, secara ekonomi layak diusahakan (B/C rasio ≥ 1) sampai enam bulan. Setelah 8 bulan, daya tumbuh dan kadar air berturut-turut $\geq 90\%$, dan $\geq 85\%$, tetapi penyusutan bobotnya $> 20\%$, secara ekonomi tidak layak diusahakan ($B/C \leq 1$).

Kata kunci: *Zingiber officinale*, daya simpan, pestisida nabati, dataran tinggi, kelayakan usaha

After harvesting ginger seeds should be stored for several months. Optimum storage condition will be able to maintain seeds quality. Information on storability of ginger seeds in the high altitude area as well as economic analysis is still limited. The objective of this experiment was to study storability ginger seeds by using botanical pesticide which was stored at high altitude area and its economic feasibility. The experiment was conducted in Gunung Putri Agricultural Experimental Station (ISMARI), Cianjur, West Java (± 1400 m asl), from August 2009 until April 2010. The research used factorial design arranged in a randomized completely block design (RCBD) with two factors three replications. The first factor was four kinds botanical pesticide i.e. (1). Control; (2) Cekam EC (clove and cinnamon oil); (3) Cees EC (clove and citronella oil); (4) Mitol (cloves oil). The second factor was five storage periods i.e. 0, 2, 4, 6, and 8 months. Prior and every two months after storage samples were taken to observe their quality (moisture content, weight loss, germination, number of seeds sprouting, and buds/seeds). At six and eight months the economical feasibility was analyzed. Results indicated until six months the quality was not decreased, theirs germination, moisture content, and weight loss respectively were $\geq 97\%$, $\geq 85\%$, and $\leq 20\%$ and economically profitable B/C ratio ≥ 1 . After eight months, the germination and moisture content were $\geq 90\%$ and $\geq 80\%$, respectively, however, weight loss $\geq 20\%$ and economically unprofitable (B/C Ratio ≤ 1).

Keywords: *Zingiber officinale*, storability, botanical pesticide, high altitude, economical feasibility

Jurnal Littri Vol. 20 No. 1, Maret 2014: 9-16

Pengaruh Jamu Herbal sebagai Antioksidia pada Ayam Pedaging yang Diinfeksi *Eimeria tenella*

The Effect of Jamu Herbs as Anticoccidial Drugs for Broiler Infected with Eimeria tenella

Ening Wiedosarii, Sintha Suhirman, dan Bagem Br Sembiring (Balai Besar Penelitian Veteriner dan Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat)

Salah satu jenis penyakit yang dapat menimbulkan kerugian besar bagi peternak ayam adalah koksi yang disebabkan oleh protozoa parasit *Eimeria tenella*. Untuk mengatasinya umumnya digunakan obat koksidiostat golongan sulfa yang dicampur dengan pakan. Pemberian koksidiostat secara terus-menerus dapat menimbulkan resistensi pada *E. tenella*. Penggunaan tanaman obat yang mempunyai senyawa aktif bersifat antimikroba, termasuk protozoa, merupakan alternatif untuk pemecahan masalah tersebut. Tujuan penelitian adalah menguji keefektifan formula jamu ternak berbasis tanaman obat sebagai antikoksidia terhadap *E. tenella*. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Pengujian Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat dan Balai Besar Penelitian Veteriner, Bogor pada tahun 2009. Bahan baku utama formula terdiri atas sambiloto, jahe merah, temulawak, dan temu ireng yang disusun dalam tiga formula. Formula sebanyak 1% dicampur ke pakan penelitian disusun dalam Rancangan Acak Kelompok. Setiap perlakuan diulang lima kali dan masing-masing ulangan menggunakan lima ekor ayam. Parameter pengamatan adalah bobot badan, skor lesi gejala klinis, derajat perlukaan, dan histopatologi. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa perlakuan formula jamu herbal (Formula Balitro 1, 2, dan 3) di dalam ransum sama efektivitasnya dengan perlakuan sulfa (D) terhadap ayam yang diinfeksi *E. tenella*. Pengamatan secara histopatologi pada sekum menunjukkan nilai skor lesi pada ayam yang diperlakukan sangat rendah, yaitu 0,6-1,2. Gejala klinis yang teramati hanya berupa kerusakan jaringan ringan (pendarahan sedikit), sedangkan kelompok kontrol negatif (E) nilai skor lesinya adalah 3,6 (kerusakan jaringan sangat parah/diare berdarah). Selain sebagai antikoksi, formula jamu herbal juga dapat meningkatkan bobot badan ayam. Formula jamu berbasis tanaman obat dapat digunakan sebagai alternatif sulfa untuk mengatasi penyakit koksidirosis.

Kata kunci: *Eimeria tenella*, ayam pedaging, jamu herbal, penyakit koksi, lesi

One of the most important disease for poultry farmers which causes significant losses cocci caused by parasitic protozoa (*Eimeria tenella*). The disease is commonly treated with sulphur. Prolong use of sulphur can cause resistance to *E. tenella*. It is necessary to use alternative drugs to control the disease, including medicinal plants that have antimicrobial substances. The research objective was to examine the effectiveness of *jamu* formulation, containing medicinal plants as anticoccidia to *E. tenella*. The research was carried out in Spice and Medicinal Crops Research Institute and the Indonesian Research Center for Veterinary Science, Bogor in 2009. The plant tested were king bitter, red ginger, java tumeric, and black curcuma that were made into three formulas A 1% formula tested was mixed into the feed. The experiment was arranged in a Randomized Block Design, each treatment was repeated five times and each treatment was using five broilers. Parameters observed were body weight, clinical symptoms, degree of wound, and caecum histopathology. The results indicated that the supplementation of herbal formulas (Balitro 1, 2, and 3) to the diet were as effective as sulfa as anti-coccidial. Observation of histopathology the caecum and scores of the caecal lesion indicated all tested formulas (Balitro 1, 2, and 3) and the sulfa (D) reduced coccidiosis symptoms from 0.6 to 1.2, lower than that untreated, but inoculated with the protozoa (E) which showed severe diarrhea (score 3.6). The tested

formulas (Balitro1, 2, and 3) also increased higher body weight gain of the broiler compared with control groups (D and E).

Key words: *Eimeria tenella*, broilers, *jamu* herbs, cocci diseases, lesion

Jurnal Littri Vol. 20 No. 1, Maret 2014: 17-26

Kajian Kesuburan Tanah Perkebunan Karet Rakyat di Provinsi Bengkulu

Study of Soil Fertility on Small Rubber Plantation in Bengkulu Province

Nurmegawati, Afrizon, dan Dedi Sugandi (Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Bengkulu)

Karet merupakan salah satu komoditas perkebunan penting, baik sebagai sumber pendapatan, kesempatan kerja maupun devisa negara. Kesuburan tanah sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman karet. Oleh sebab itu, penilaian kesuburannya mutlak diperlukan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji tingkat kesuburan tanah pada perkebunan karet rakyat di Provinsi Bengkulu. Penelitian ini dilaksanakan di sentra perkebunan karet rakyat Provinsi Bengkulu yang meliputi Kabupaten Bengkulu Tengah, Seluma, Bengkulu Utara, Bengkulu Selatan dan Kaur. Pengambilan sampel tanah dilakukan dengan metode *purposive random sampling* pada lahan seluas 5 ha pada kedalaman tanah 0-20 cm dan 20-40 cm. Analisis tanah yang dilakukan meliputi penetapan pH tanah (dengan metode pHmetri), C-Organik (spektrofotometri), N (Kjeldahl), P (spektrofotometri), kation K (flamephotometer), kation Mg (titrasi) dan KTK (destilasi). Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat pH tanah berkisar 4,35-5,20 sesuai untuk tanaman karet. Kandungan bahan organik termasuk rendah sehingga perlu penambahan bahan organik, dalam hal ini dilakukan penanaman tanaman penutup tanah. Kandungan unsur hara N dan P termasuk sangat rendah sampai rendah sehingga mutlak diperlukan pupuk yang mengandung N dan P. Kandungan K-dd yang tersedia termasuk sangat rendah sehingga perlu pemupukan yang mengandung K_2O . Kandungan Mg-dd termasuk sedang sampai sangat tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa tanaman tidak menunjukkan gejala diperlukannya pemupukan Mg. Kandungan KTK termasuk sangat rendah sampai rendah, artinya pemupukan kation tertentu tidak boleh banyak karena mudah tercuci bila diberikan dalam jumlah berlebihan.

Kata kunci: *Hevea brasiliensis*, analisis tanah, kesuburan, produktivitas, Bengkulu

Rubber is one of the important estate crop commodity, both as an income source, employment and foreign exchange. Soil fertility influences growth and yield of rubber. Therefore, soil fertility assessment is absolutely necessary. The purpose of this study was to assess the level of soil fertility on smallholder rubber plantations in Bengkulu Province. This research was conducted in smallholder rubber plantation centers covering Bengkulu Province, i.e. Bengkulu Central, Seluma, North Bengkulu, South Bengkulu and Kaur. Soil sampling was conducted using purposive random sampling in an area of 5 ha in depth of 0-20 and 20-40 cm. Soil analysis was conducted to soil pH determination (by pHmetri method), C-Organic (spectrophotometric), N content (Kjeldahl), P (spectrophotometric), K (flamephotometer), Mg cations (titration) and CEC (distillation). The results showed that pH of the soil ranged from 4.35 to 5.2, it is appropriate to plant rubber. Organic matter content is low, so it needs the addition of organic matter in this case planting cover crops. Nutrient content of N and P has a very low to low, so it absolutely necessary fertilizer containing N and P. The content of K-dd is low, so it needs fertilizer containing K_2O . The content of Mg-dd including moderate to very high. It indicates that the plants did not need Mg fertilizer. The content of CEC was classified very low to low fertilization. It means that certain cations should not be added much because it is easily leached when given in excessive amounts.

Keywords: *Hevea brasiliensis*, soil analysis, fertility, productivity, Bengkulu

Jurnal Littri Vol. 20 No. 1, Maret 2014: 27-34

Pengaruh Dosis Mikoriza dan Pemupukan NPK terhadap Pertumbuhan dan Produksi Kopi Robusta di Bawah Tegakan Kelapa Produktif

The Effects of Mycorrhizal Dosage and NPK Fertilization Dosage for Growth and Production of Robusta Coffee among Productive Coconut Plantation

Yulius Ferry dan Rusli (Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar)

Tanaman kopi robusta yang ditanam di bawah tegakan kelapa diperkirakan mengalami persaingan yang cukup ketat dalam memanfaatkan air dan hara. Mikoriza adalah salah satu mikroorganisme yang dapat meningkatkan kemampuan perakaran kopi robusta dalam persaingan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dosis pemberian mikoriza dan pupuk NPK untuk tanaman kopi robusta di bawah tegakan kelapa produktif. Penelitian ini dilakukan tahun 2012-2013 di Kebun Percobaan Pakuwon, Sukabumi, dan dilakukan tahun 2012-2013, di bawah tegakan kelapa umur 37 tahun jenis kelapa dalam. Penelitian disusun menurut rancangan petak terbagi. Sebagai petak utama adalah 4empat dosis mikoriza: yaitu, (1). tanpa pemberian mikoriza, (2). 20 g/pohon/tanaman, (3). 40 g/pohon/tanaman, dan (4). 60 g/pohon/tanaman, sedangkan sebagai anak petak adalah dosis pupuk NPK: yaitu, (1). tanpa pupuk, (2). 60% dari rekomendasi, (3). 80% dari rekomendasi, dan (4). 100% dari rekomendasi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian mikoriza 40 g/pohon/tanaman sudah menunjukkan pertumbuhan vegetatif yang berbeda nyata dengan tanpa pemberian mikoriza dan tidak berbeda nyata dengan pemberian 60 g/pohon/tanaman. Jumlah ruas/cabang tertinggi diperoleh pada pemberian pupuk NPK dosis 100% rekomendasi. Jumlah bonggol dan produksi dipengaruhi baik oleh kombinasi pemberian mikoriza dan pupuk NPK, maupun oleh faktor tunggal pemberian mikoriza atau pupuk NPK. Pemberian mikoriza 60 g/pohon/tanaman + pupuk NPK dosis 40% nyata menghasilkan bonggol dan produksi yang tinggi. Bobot 100 biji basah dan bobot 100 biji kering tertinggi diperoleh pada pemberian kombinasi pemberian mikoriza + pupuk NPK, yaitu kombinasi mikoriza 60 g/pohon/tanaman + pupuk NPK dosis 40% rekomendasi, tetapi tidak dipengaruhi oleh faktor tunggal pemberian mikoriza dan pupuk NPK. Pemberian mikoriza tidak hanya meningkatkan daya saing kopi di yang ditanam di bawah tegakan kelapa produktif, tetapi juga dapat mengurangi penggunaan pupuk NPK. Pemberian mikoriza 60 g/pohon/tanaman + pupuk NPK dosis 40% dapat tidak hanya meningkatkan produksi dan tetapi juga meningkatkan kualitas biji kopi di bawah tegakan kelapa.

Kata kunci: *Coffea canephora*, kelapa, NPK, mikoriza, pertumbuhan

Robusta coffee plants grown among coconut plantation is supposed to have tight competition in the use of water and nutrients. Mycorrhiza is one of the microorganisms that can improve rooting ability of robusta coffee in the competition. The research aims to gain information on the influence of mycorrhizal doses dosage and NPK fertilizer on the growth and production of robusta coffee among the productive coconut plantation which was conducted in the Pakuwon Experimental Garden, Sukabumi. The study was conducted in 2012-2013, under 37 years stands of coconut palm. The experiment was arranged in a split plot design, with main plot was four4 doses dosages of mycorrhiza: namely, (1) without mycorrhiza, (2) .20 g / tree, (3) .40 g/tree, and (4) .60 g / tree, while the subplot was the dose dosage of NPK fertilizer: that was, (1) without fertilization, (2) .60% of recommendations, (3) .80% of the recommendations, and (4) .100 % of the recommendation. The results of this study showed that plant, application of mycorrhiza 40 g/tree showed significantly different growth compared to without mycorrhiza and not significantly different from the provision of 60 g / tree. The number of segment / branch was obtained at the highest dosage of 100 % NPK fertilizer recommendation. Application of mycorrhiza 60 g / tree + NPK fertilizer dose dosage of 40 % produced yield and high hump production. The same result was obtained from single factor mycorrhiza doses dosage of 60 g/tree and from a single factor NPK fertilizer 80 % recommendation. The highest fresh and

dry weight of 100 seeds were influenced by a combination of mycorrhiza 60 g/tree + NPK fertilizer 40 % recommendation. Mycorrhizal application not only enhanced competitiveness in the coffee grown among coconut productive, but also could reduce the use of NPK fertilizers. Giving mycorrhizal 60 g / tree + 40% NPK dose can increase production, also improve the quality of coffee beans among the coconut plantation.

Keywords: *Coffea conephora* , coconut, NPK, mycorrhiza, growth

Jurnal Littri Vol. 20 No. 1, Maret 2014: 35-44

Pengaruh Penambahan Virgin Coconut Oil (VCO) dan Minyak Kedelai terhadap Mutu dan Nilai Gizi Biskuit Bayi

Effect of Addition of Virgin Coconut Oil (VCO) and Soybean Oil on the Quality and Nutrition of Baby Biscuits

Rindengan Barlina (Balai Penelitian Tanaman Palma)

Minyak kelapa murni (*Virgin Coconut Oil/VCO*), yang komponen utamanya adalah asam lemak rantai medium (ALRM) bermanfaat untuk bayi, sehingga perlu dimanfaatkan pada pengolahan biskuit dengan penambahan minyak kedelai (MKD) sebagai sumber asam lemak esensial. Penelitian dilaksanakan di Balit Palma dan Laboratorium Teknologi Hasil UGM-Yogyakarta pada tahun 2010. Tujuan penelitian mempelajari karakteristik biskuit yang disubstitusi VCO dan MKD serta mengetahui mutu secara *in vivo* menggunakan tikus sebagai hewan uji. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), dengan 7 perlakuan perbandingan VCO dan MKD, yaitu (1) Formula A= VCO : MKD = 12: 5; (2) B = VCO : MKD = 13 : 4; (3) C=VCO : MKD = 14 : 3; (4) D = VCO : MKD = 15 : 2; (5) E= VCO : MKD = 16 : 1; (6) F=VCO : MKD = 17 : 0; dan (7) G = Kontrol. Hasil analisis enam formula biskuit yang ditambah VCO, kadar air 4,16-4,76%, lemak 25,12-28,54%, protein 12,92-14,53%, abu 0,69-0,82%, karbohidrat 51,55-56,66%, dan kalori 467-520 kkal. Jumlah ALRM Formula A, B, C, D, E, dan F berturut-turut 10,19; 9,42; 11,51; 11,29; 14,58; dan 16,83%. Komposisi asam lemak linoleat berturut-turut 1,71; 1,76; 1,73; 1,75; 1,28; dan 0,01%. Kenaikan berat badan tikus tertinggi yang mengonsumsi formula dengan penambahan VCO adalah Formula A (6,33%) dan terendah Formula F (2,54%). Demikian juga *Protein Efisiensi Ratio* (PER) tertinggi Formula A (4,39) dan terendah Formula F (2,06). Berdasarkan jumlah ALRM dikaitkan dengan asam lemak esensial linoleat dan PER, formula terbaik berturut-turut adalah A, B, C, dan D.

Kata kunci: VCO, formula biskuit, asam lemak

VCO with the main component medium chain fatty acids (MCFAs), is very important for baby so that utilized in processing of biscuit with addition soybean oil (MKD) as source of essential fatty acids. The experiment was conducted in 2010, at Palm Research Institute and Laboratory of Gadjah Mada University, Yogyakarta. The objective of this research were to observe characteristics of biscuit which is substituted by VCO and MKD together tested using mice *in vivo*. Research using completely randomized design (CRD) with seven treatments comparison between VCO and MKD, that is (1) Formula A= VCO:MKD = 12:5; (2) B = VCO:MKD = 13:4; (3) C= VCO:MKD = 14:3; (4) D= VCO:MKD = 15:2; (5) E = VCO:MKD = 16:1; (6) F = VCO:MKD = 17:0; and (7) G = control. The results analysis of six formula which VCO supplemented have moisture content 4.16-4.76 %; fat 25.12-28.54%; protein 12.92-14.53%; ash 0.69-0.82%; carbohydrate 51.55-56.66%, and calorie 467-520 kcal. Total of MCFAs of Formula A, B, C, D, E, and F that is 10.1; 9.42; 11.51; 11.29; 14.58 and 16.83%. Composition of linoleic fatty acid are 1.71; 1.76; 1.73; 1.75; 1.28 and 0.01%, respectively. The highest increase body weight of rats which consumed formula with addition of VCO is Formula A (6.33%) and lowest is Formula F (2.54%). The highest of PER is Formula A (4.39) and the lowest is Formula F (2.06). Based on the number of MCFAs, essential fatty acids (linoleic acids) and PER, the best formula are Formula A, B, C, and D.

Keywords: *VCO, biscuits formula, fatty acids*

Jurnal Littri Vol. 20 No. 1, Maret 2014: 45-56

Pemilihan Batang Bawah Jarak Pagar (*Jatropha curcas* Linn.) Toleran terhadap Cekaman Kekeringan

*Rootstock Selection of Physic Nut (*Jatropha curcas* Linn.) on Drought Stress Tolerance*

Mohammad Cholid, Hariyadi, Slamet Susanto, Djumali, dan Bambang Sapta Purwoko (Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat dan Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor)

Provenan unggul jarak pagar (*Jatropha curcas* Linn.) yang tersedia saat ini hanya mampu mengekspresikan keunggulan potensi produksi pada kondisi lahan yang optimal. Sementara, lahan yang tersedia untuk pengembangan jarak pagar umumnya berupa lahan kering dengan ketersediaan air terbatas. Upaya mempertahankan stabilitas produksi jarak pagar di lahan kering dapat dilakukan melalui teknologi penyambungan (*grafting*), yaitu menggabungkan batang atas (*scion*) yang memiliki potensi produksi tinggi dengan batang bawah (*rootstock*) yang mampu beradaptasi pada kondisi ketersediaan air terbatas. Hasil eksplorasi provenan jarak pagar di Indonesia menunjukkan bahwa beberapa provenan memiliki sifat toleran terhadap kekeringan. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan calon batang bawah yang toleran kekeringan. Penelitian dilakukan di rumah kaca Cikabayan, Kampus IPB, Dramaga pada bulan Juni-Desember 2011. Percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan empat ulangan dengan dua faktor, yaitu tiga level cekaman kekeringan: 80, 60, dan 40% kapasitas lapang sebagai faktor pertama, dan sepuluh provenan jarak pagar sebagai faktor kedua. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tiga provenan jarak pagar yang toleran terhadap cekaman kekeringan, yaitu Sulawesi 117, IP-3M, dan Jatim 045 sehingga dapat dimanfaatkan sebagai sumber batang bawah. Diharapkan ketiga provenan tersebut mampu meningkatkan stabilitas produksi jarak pagar pada kondisi ketersediaan air terbatas.

Kata kunci: *Jatropha curcas* Linn., produktivitas, cekaman kekeringan, provenan

Superior provenances of physic nut (*Jatropha curcas* Linn.) are only able to express the yield potential at optimal land conditions. While the available land for physic nut development generally in the condition of dry land with limited soil water availability. In an effort to maintain the stability physic nut of production in dry land, grafting technology could be implemented by combining scion that has high yield potential with rootstock that is able to adapt to the drought conditions. Exploration of physic nut provenances in Indonesia resulted that some provenances had drought tolerance traits. The objective of the study was to acquire drought tolerant candidates rootstock. The study was conducted in the greenhouse at Cikabayan, IPB Campus, Bogor in June-December 2011. Experiment was executed in randomized complete block design with four replications and two factors, namely three drought stress levels: 80, 60, and 40% field capacity as the first factor, and ten physic nut provenances as second factor. The results showed that three physic nut provenances (Sulawesi 117, IP-3M, and Jatim 045) were tolerant to drought stress that could be used as a source of rootstock. Those were also expected to increase the stability of physic nut yield under limited soil water availability conditions.

Keywords: *Jatropha curcas* Linn., productivity, drought stress, provenance

Jurnal Littri Vol. 20 No.2, Juni 2014: 57-64

Patogenisitas *Achaea janata* Granulosis Virus (AjGV) terhadap Ulat Pemakan Daun Tanaman Jarak Kepyar
Pathogenicity of Achaea janata Granulosis Virus (AjGV) against Castor Leaf-Eater

IGAA. Indriyani, Heri Prabowo, dan Titiek Yulianti (Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat)

Achaea janata L. adalah hama penting tanaman jarak kepyar (*Ricinus communis*) yang hingga kini pengendaliannya masih menggunakan insektisida kimia secara intensif. Selain tidak efisien, insektisida kimia juga menimbulkan pencemaran lingkungan. Untuk mengatasi masalah tersebut, maka perlu cara pengendalian alternatif yang selain efektif dan efisien, juga ramah lingkungan, seperti virus yang diisolasi dari ulat *A. janata* (*A. janata* Granulosis Virus/AjGV). Penelitian patogenisitas AjGV pada *A. janata* dilakukan di Laboratorium Patologi Serangga Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat (Balittas) mulai Januari - Desember 2012. Perlakuan terdiri atas enam konsentrasi AjGV, yaitu 10^3 , 10^4 , 10^5 , 10^6 , 10^7 , 10^8 occlusion bodies (OB), dan satu kontrol. Perlakuan disusun dalam Rancangan Acak Kelompok dengan empat kali ulangan. Ulat *A. janata* yang digunakan adalah instar II, III, IV, dan V masing-masing 90 ekor/perlakuan. Parameter yang diamati adalah mortalitas dan bobot ulat, konsentrasi untuk membunuh 50% ulat (LC_{50}), dan waktu untuk membunuh 50% ulat (LT_{50}). Hasil penelitian menunjukkan bahwa AjGV patogenik terhadap *A. janata*, terutama ulat instar II dan III dengan mortalitas berturut-turut 90 dan 86,7%. LC_{50} AjGV pada ulat instar II dan III masing-masing mencapai $1,0 \times 10^3$ dan $1,2 \times 10^3$ OB/ml, dengan LT_{50} kedua instar sekitar 3,4-4,2 hari. Pengaruh infeksi AjGV pada ulat *A. janata* efektif menurunkan bobot ulat hidup 57,9 dan 57,4% masing-masing pada ulat instar II dan III. Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa sasaran yang tepat untuk pengendalian ulat *A. janata* dengan AjGV di lapangan adalah pada saat instar II dan III.

Kata kunci: *Achaea janata* L., patogenisitas, instar, mortalitas

Achaea janata L. is an important insect pest of castor plant (*Ricinus communis* L.) that was intensively controlled by chemical insecticide caused inefficiency and an environmental pollution. To solve the problems it needs an effective, efficient and environmental friendly of alternative control, especially using Granulosis Virus isolated from *A. janata* larvae (AjGV). Study on pathogenicity of *A. janata* virus isolate against castor leaf-eater, *A. janata* L. was conducted at Insect Pathology Laboratory of Indonesia Sweetener and Fibre Crops Research Institute in Malang from January to December 2012. The objective of study is to test the pathogenicity of AjGV against *A. janata* larvae. Treatment consists of six concentrations of AjGV, viz. 10^3 , 10^4 , 10^5 , 10^6 , 10^7 , 10^8 OBs/ml and one control. Four instars of larvae, e.g. second, third, fourth, and fifth were used in this study. Each treatments was arranged in Randomized Block Design with four replications. Parameter recorded were mortality and weight of larvae, LC_{50} , and LT_{50} . Result showed that AjGV was pathogenic to *A. janata* larvae, mainly on second and third instar in resulting of 90% and 86.7% of mortality, respectively. The LC_{50} of AjGV on the second and third instar was 1.0×10^3 and 1.2×10^3 OB/ml, respectively and the LT_{50} was 3.4 and 4.2 days, respectively. Infection of *A. janata* virus reduced the weight of both instar up to 57.9% and 57.4%, respectively. This result indicated that the second and third was the suitable instars of *A. janata* larvae for better control of AjGV in field.

Key word: *Achaea janata* L., pathogenicity, instar, mortality

Jurnal Littri Vol. 20 No.2, Juni 2014: 65-76

Inbreeding Depression pada Progeni Hasil Penyerbukan Sendiri dan Outbreeding Depression pada Hasil Penyerbukan Silang Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.)
Inbreeding Depression in Selfed and Outbreeding Depression in Crossed Progeny Arrays of Physic Nut (Jatropha curcas L.)

Rr. Sri Hartati dan Sudarsono (Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan Bogor dan Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian IPB)

Untuk mengetahui pengaruh *inbreeding* (ID) dan *outbreeding depression* (OD) pada tanaman jarak pagar dilakukan evaluasi populasi S1 hasil penyerbukan sendiri dan F1 hasil penyerbukan silang genotipe terpilih. Penelitian dilakukan di Kebun Percobaan Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar mulai Juni 2009-Juli 2010. Evaluasi menggunakan 100 populasi S1 dan F1 yang berasal dari persilangan diallel lengkap antar 10 tetua yang terdiri atas 1 tetua berdaya hasil rendah, 6 tetua berdaya hasil sedang, dan 3 tetua berdaya hasil tinggi. Hasil penelitian menunjukkan penyerbukan sendiri pada tanaman jarak pagar tidak selalu mengakibatkan ID. ID ditemukan pada sebagian karakter progeni hasil penyerbukan sendiri tetua 1 (575-3), 2 (HS 49-2), 4 (PT 13-1), 5 (SP 16-2), 6 (PT 33-2), 7 (3012-1), 8 (PT 15-1), 9 (PT 14-1), dan 10 (Sulsel 8), sedangkan OD ditemukan pada progeni hasil penyerbukan silang tetua 3 (IP 1A-2) dengan tetua lainnya. Penyerbukan sendiri tetua 2 (HS 49-2), 6 (PT 33-2), 8 (PT 15-1), dan 9 (PT 14-1) mengakibatkan ID pada karakter umur berbunga dan OD pada karakter jumlah buah per tanaman dan menghasilkan progeni yang lebih cepat berbunga dan berbuah lebih banyak dibanding penyerbukan silangnya. OD mengakibatkan penurunan hasil pada F1. Persilangan antar tetua dengan daya hasil berbeda menghasilkan progeni F1 dengan daya hasil lebih rendah dari tetua terbaiknya. Persilangan dengan tetua jantan berdaya hasil rendah menghasilkan progeni F1 yang berdaya hasil lebih rendah dari tetua betinanya. Penurunan daya hasil pada progeni F1 akibat persilangan dengan tetua jantan berdaya hasil rendah berkisar 31-76%.

Kata kunci: *Jatropha curcas* L., populasi S1, populasi F1, penurunan hasil

A sets of F1 and S1 arrays were generated to determine the presence of inbreeding (ID) and outbreeding (OD) effects of physic nut. Research was conducted at Indonesian Industrial and Beverage Crops Research Institute Experimental Station during June 2009 to July 2010. Ten physic nut genotypes i.e. 1 parent with low yield, 6 parents with medium, and 3 parents with high yield potential were used to generate one hundred F1 and S1 progenies by full diallel scheme. Results indicated ID only occurred in a several number of genotypes. ID for a number of characters were observed among S1 progenies derived from parents number 1 (575-3), 2 (HS 49-2), 4 (PT 13-1), 5 (SP 16-2), 6 (PT 33-2), 7 (3012-1), 8 (PT 15-1), 9 (PT 14-1), and 10 (Sulsel 8), while OD were observed among F1 progenies derived from parent number 3 (IP 1A-2). Selfing of parents number 2 (HS 49-2), 6 (PT 33-2), 8 (PT 15-1), and 9 (PT 14-1) resulted ID for days to flowering and OD for number of fruit. Selfing of these parents resulted early flowering and high fruit yielding progenies. OD resulted yield reduction on several F1 progenies. Crossing among parents with different yield level resulted F1 progenies with lower yield than that of the best parent. Crossing to low yielding male parent resulted F1 progenies having lower yield than that of low yielding female parent. Yield reduction among F1 progenies ranged from 31 to 76%.

Key words: *Jatropha curcas* L., S1 population, F1 population, yield reduction

Jurnal Littri Vol. 20 No.2, Juni 2014: 77-86

Selection of Vegetative and Generative Characters of Arabica Coffee by Using Sequential Path Analysis and Structural Equation Models

Seleksi Karakter Vegetatif dan Generatif Kopi Arabika melalui Penggunaan Analisis Lintasan Bertahap dan Model Persamaan Struktural

Edi Wardiana dan Dibyo Pranowo (Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar)

Interrelations among vegetative, generative and yield characters in coffee plantation is important in breeding and selection programs.

Interrelationships among these characters are the causal model and it can be analyzed by Sequential Path Analysis (SPA). This research was carried out at Pakuwon Experimental Station located at 450 m above sea level, in Latosol soil type with B type of climate, from December 2010 to April 2012. The objectives of this research is to analyze the direct or indirect influence of several vegetative and generative characters on yield characters of Arabica coffee through the application of SPA and Structural Equation Models (SEM). The observation method with systematic sampling on 40 Arabica coffee plants of Kartika 1 and Kartika 2 varieties were used in this study. The results showed that the number of cherries of Arabica coffee var. Kartika 1 and 2 population in Pakuwon Experimental Station were affected directly by generative and indirectly by vegetative characters. Plant height and stem girth can be used as positive selection criteria for high yielding at vegetative phase, while the character of width canopy can be used as negative selection criteria. In generative phase, the character of quantity of productive branches and the amount of berries and flower cluster can be used as positive selection criteria.

Keywords: *Coffea arabica*, selection, vegetative, generative, yield, sequential path analysis, structural equation models

Keterkaitan antara karakter vegetatif, generatif dan hasil pada tanaman kopi merupakan hal penting dalam program pemuliaan dan seleksi. Model saling keterkaitan antar karakter tersebut adalah model sebab-akibat dan dapat dianalisis melalui Analisis Lintasan Bertahap (ALB). Penelitian ini dilakukan di Kebun Percobaan Pakuwon, pada ketinggian tempat 450 m dpl, jenis tanah Latosol, dan tipe iklim B, mulai bulan Desember 2010 sampai April 2012. Tujuan penelitian adalah untuk menganalisis beberapa karakter vegetatif dan generatif yang berpengaruh terhadap karakter hasil tanaman kopi Arabika melalui penggunaan ALB dan Model Persamaan Struktural (MPS). Metode yang digunakan adalah metode observasi dengan teknik penentuan pohon contoh secara sistematis sebanyak 40 tanaman kopi Arabika varietas Kartika 1 dan Kartika 2. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah buah pada populasi kopi Arabika varietas Kartika 1 dan 2 di KP Pakuwon dipengaruhi secara langsung oleh karakter generatif dan secara tidak langsung oleh karakter vegetatif. Pada fase vegetatif, karakter tinggi tanaman dan diameter batang dapat digunakan sebagai kriteria seleksi positif untuk produksi tinggi, sedangkan karakter lebar tajuk dapat digunakan sebagai kriteria seleksi negatif. Pada fase generatif, karakter jumlah cabang produktif serta jumlah klaster buah dan bunga dapat digunakan sebagai kriteria seleksi positif.

Kata kunci: *Kopi arabika*, seleksi, vegetatif, generatif, hasil, analisis lintasan bertahap, model persamaan struktural

Jurnal Litri Vol. 20 No.2, Juni 2014: 87-92

Pengaruh Perendaman terhadap Viabilitas Benih Tembakau (*Nicotiana tabacum* L.)
Effect of Priming on Tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) Seed Viability

Siwi Sumartini, Sri Mulyani, dan Fathkur Rochman (Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat)

Permasalahan dalam pengembangan tembakau rakyat adalah daya berkecambah benih yang rendah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perendaman benih terhadap daya berkecambah benih tembakau (*Nicotiana tabacum* L.). Penelitian dilaksanakan di laboratorium Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat pada bulan Mei sampai dengan Juli 2013. Perlakuan disusun dalam rancangan petak terbagi dan diulang empat kali. Sebagai petak utama adalah tujuh varietas tembakau lokal, yaitu V1 = Kemloko1; V2 = Kemloko2; V3 = Kemloko3; V4 = Kasturi1; V5 = Kasturi2; V6 = Grompol Jatim1; dan V7 = Bojonegoro1. Sebagai anak petak adalah: R1 = Tanpa perendaman (kontrol); R2 = perendaman selama satu jam dalam air; R3 = perendaman selama satu jam dalam larutan KNO₃ (0,1%), dan R4 = perendaman selama satu jam dalam larutan KNO₃ (0,2%). Setelah perlakuan perendaman, benih tembakau dikecambahkan menggunakan metode Uji di Atas Kertas. Pada setiap ulangan, sebanyak 100 benih tembakau

dikecambahkan pada media kertas merang yang diletakkan di dalam petridish berdiameter 9 cm. Perkecambahan dilakukan di dalam germinator tipe IPB dengan suhu 23°C dan kelembaban nisbi 87-93%. Parameter yang diamati adalah daya berkecambah, panjang kecambah, panjang akar kecambah, dan indeks vigor kecambah. Perendaman benih tembakau menggunakan air, larutan KNO₃ 0,1% dan larutan KNO₃ 0,2% selama satu jam sebelum benih disemaikan, dapat meningkatkan daya berkecambah dan panjang kecambah varietas Kemloko1 dan Grompol Jatim1. Perlakuan perendaman benih dengan air berpengaruh positif pada varietas Kemloko1 yang ditunjukkan dengan daya berkecambah tertinggi, sedangkan perendaman dengan larutan KNO₃ 0,2% berpengaruh negatif pada varietas Bojonegoro1 yang ditunjukkan dengan daya berkecambah paling rendah. Perlakuan perendaman dengan air maupun larutan KNO₃ (0,1% dan 0,2%) menunjukkan pengaruh yang berbeda-beda terhadap parameter daya berkecambah, panjang kecambah, panjang akar kecambah, dan indeks vigor kecambah pada semua varietas tembakau yang diuji.

Kata kunci: *Nicotiana tabacum* L., perendaman, KNO₃, viabilitas benih

Low germinability of seeds is one of major problems in tobacco development. The aim of this study was to determine the effect of priming on tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) seed viability. The research was conducted in the laboratory of the Indonesian Sweeteners and Fiber Crops Research Institute during May to July 2013. The treatments were arranged in a split plot design with four times of replication. The main plots were seven tobacco varieties namely V1 = Kemloko1; V2 = Kemloko2; V3 = Kemloko3; V4 = Kasturi1; V5 = Kasturi2; V6 = Grompol Jatim1; and V7 = Bojonegoro1. The subplots were priming seeds for one hour namely R1 = without priming (control); R2 = priming for one hour on water; R3 = priming for one hour on KNO₃ (0,1%) solution, and R4 = priming for one hour on KNO₃ (0,2%) solution. After priming, seeds were germinated using the Upper Paper Test method. A hundred of seeds were sown on straw paper media in a petridish diameter 9 cm of each replication. Parameters measured were germination percentage, shoot and root length, and seedling vigor index. Priming tobacco seed with water or KNO₃ (0,1 and 0,2%) solution for one hour before seeds were germinated significantly improved germination percentage and shoot length of Kemloko1 and Grompol Jatim1 varieties. Priming tobacco seed with water had positive effect on Kemloko1 variety which resulted the highest germination percentage but had adversely effect on Bojonegoro1 variety which resulted the lowest germination percentage. Priming tobacco seeds with water or KNO₃ (0,1 and 0,2%) solution resulted different effect on germination percentage, shoot and root length, and seedling vigor index parameters for all tobacco varieties were observed.

Key words: *Nicotiana tabacum* L., priming, KNO₃, seed viability

Jurnal Litri Vol. 20 No.2, Juni 2014: 93-99

Sinergisme antara Nematoda Patogen Serangga *Steinernema* sp. dan Minyak Biji Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) terhadap Mortalitas dan Efek Lanjutan Larva *Spodoptera litura* F.

Sinergism between Entomopathogenic Nematodes *Steinernema* sp. and Physic Nut Oil (*Jatropha curcas* L.) against Mortality and Continuous Effect of *Spodoptera litura* F. Larvae

Tukimin, Elna Karmawati, dan Heri Prabowo (Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat dan Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan)

Penggunaan insektisida kimia untuk pengendalian serangga menimbulkan dampak negatif. Oleh karena itu, diperlukan pengendalian hama yang ramah lingkungan. Nematoda patogen serangga dan pestisida nabati minyak biji jarak pagar (MBJP) memiliki peluang untuk dikembangkan sebagai agensia pengendali *Spodoptera litura* F. Tujuan penelitian ini untuk mengevaluasi efek kombinasi antara nematoda patogen serangga *Steinernema* sp. dan pestisida nabati MBJP terhadap mortalitas dan efek lanjutan larva *S. litura*. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Entomologi, Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat

pada bulan Maret sampai Juni 2012, menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) pola faktorial dengan 4 ulangan. Perlakuan konsentrasi MBJP yang digunakan adalah 2,5; 5; 10 dan 20 ml/l, kontrol air, serta kontrol air + 1 g deterjen. Konsentrasi *Steinernema* sp. adalah 0, 200, 400, dan 800 JI (juvenil infektif)/ml. Nematoda *Steinernema* sp. dimasukkan ke dalam larutan pada saat aplikasi larva *S. litura* sebanyak 25 larva instar dua tiap perlakuan. Jumlah larva yang mati diamati pada 24, 48, 72, 96, dan 120 jam setelah penyemprotan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi konsentrasi antara MBJP dan *Steinernema* sp. yang menghasilkan mortalitas larva *S. litura* tertinggi adalah 10 ml/l dan 400 JI/l atau 2,5 ml/l dan 800 JI/l. Efek lanjut MBJP mengakibatkan kerusakan pada fase prapupa dan pupa, yaitu menjadi cacat serta penurunan jumlah telur dan kemampuan telur menetas. Kenaikan konsentrasi MBJP dari 2,5 ke 20 ml/l mengakibatkan penurunan kemampuan penetasan telur dari 76,29 menjadi 32,37%.

Kata kunci: *Steinernema* sp., *Jatropha curcas*, *Spodoptera litura*

The use of chemical insecticides to control pests causes various negative impacts. Thus, environmentally friendly methods of control are much in need recently. The combination of entomopathogenic nematodes and botanical insecticides based on physic nut oil (PNO) has opened up new possibilities of promising control methods against *Spodoptera litura* F. The objective of the study was to evaluate the combination effect between botanical insecticides PNO and the entomopathogenic nematode *Steinernema* sp. on *S. litura*. The research was conducted at the laboratory of Entomology Indonesian Sweetener and Fiber Crops Research Institute from March to June 2012. The treatments were arranged in a completely randomized block design (CRBD) with factorial pattern, replicated four times. The concentrations of PNO were 2,5; 5; 10, and 20 ml/l, control water and control water + 1 g detergent. Concentration of *Steinernema* sp. were 0, 200, 400, and 800 JI (infective juvenile)/ml. Nematodes were added simultaneously after application of PNO. Insect larvae were exposed to various concentrations of *Steinernema* sp. and PNO. Numbers of dead larvae were observed at 24, 48, 72, 96, 120 hours after spraying. The result showed that the concentration combination between PNO and nematode which resulted maximum larvae mortality is 10 ml/l and 400 JI/ml or 2,5 ml/l and 800 JI/ml. The impacts of PNO were disabled prepupa and pupa, decrease of eggs number and hatching ability. The increase of concentration used from 2.5 to 20 ml/l resulted the decrease of hatching from 76.29 to 32.37%.

Key words: *Steinernema* sp., *Jatropha curcas*, *Spodoptera litura*

Jurnal Litri Vol. 20 No. 2, Juni 2014: 100-108

Peluang Peningkatan Produktivitas Kelapa Sawit Rakyat di Provinsi Lampung

Opportunities for Increasing the Productivity of Smallholders Oil Palm in Lampung Province

Bariot Hafif, Rr. Ernawati, dan Yulia Pujiarti (Peneliti Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Lampung)

Produktivitas kelapa sawit rakyat di Provinsi Lampung masih relatif rendah dibanding potensi produktivitas optimal. Berkenaan dengan hal itu, dari bulan Februari sampai dengan September 2012 dilakukan kajian dengan tujuan mengidentifikasi karakteristik agroekologi dan teknis pengelolaan kebun kelapa sawit rakyat yang berpotensi diperbaiki agar produktivitas kebun kelapa sawit rakyat meningkat. Kebun kelapa sawit rakyat yang diidentifikasi dipilih secara acak di tujuh kabupaten di Provinsi Lampung. Pengumpulan data dilakukan melalui survei dan wawancara petani. Rata-rata produksi tandan buah segar (TBS) kebun kelapa sawit rakyat di Lampung masih rendah (15 ton/hektar/tahun). Produksi ini berpotensi ditingkatkan melalui penerapan teknologi yang dapat mengatasi sifat-sifat agroekologi sebagai faktor pembatas pertumbuhan dan produksi kelapa sawit, seperti ketersediaan air, retensi hara, dan bahaya erosi. Teknologi yang dibutuhkan untuk mengatasi kendala tersebut antara lain membangun irigasi suplemen, meningkatkan kemampuan tanah dalam menyimpan air, memperbanyak penggunaan

bahan organik dan kapur, serta mengaplikasikan teknologi konservasi tanah dan air. Produktivitas kebun kelapa sawit rakyat akan berpeluang meningkat seiring dengan bertambahnya umur tanaman, serta meningkatnya penggunaan pupuk organik untuk tanaman yang telah menghasilkan (TM) dan pupuk NPK untuk tanaman belum menghasilkan (TBM). Pembinaan petani perlu diintensifkan untuk meningkatkan kesadaran petani akan pentingnya pemupukan TBM. Hasil analisis mengindikasikan bahwa pemupukan NPK untuk TBM berkorelasi positif dengan produktivitas kelapa sawit.

Kata kunci: *Elaeis guineensis* Jacq., agroekologi, pengelolaan kebun kelapa sawit rakyat, produktivitas

Productivity of smallholder oil palm in Lampung province is still relatively low compared to the potential for optimal productivity. A study was conducted with regard to that, from February to September 2012 was conducted a study to identify the agroecological characteristics and technical management of smallholder oil palm plantations that likely to be improved in order to increase the productivity of oil palm of smallholder. Smallholder plantations studied were randomly selected, each 1 sites in seven districts in Lampung Province and data collection was conducted through surveys and interviews of farmers. Average production of fresh fruit bunches (FFB) of smallholder oil palm plantations in Lampung are still low (15 tonnes/ hectare/year). The production is likely to be enhanced through the application of technology that is able to cope with the nature of agroecology as the constraints of growth and production of oil palm, namely the availability of water, nutrient retention, and erosion hazard. The technology needed to overcome the obstacles include supplementing irrigation, increasing the soil's ability to store water, multiplying the use of organic materials and lime, and applying soil and water conservation technologies. Besides that, oil palm productivity of smallholder likely increase, along with the increasing age of the plant, the growing use of organic fertilizer for plants that have produced (TM) and NPK fertilizer for immature plants (TBM). Development of farmers needs to be intensified to increase farmers' awareness of the importance of fertilizing the TBM. The results of the analysis indicated that NPK fertilization for TBM positively correlated with the productivity of oil palm.

Key words: *Elaeis guineensis* Jacq., agroecology, smallholder management, productivity

Jurnal Litri Vol. 20 No. 3, September 2014: 111-121

Karakteristik Nanoemulsi Minyak Sawit Merah yang Diperkaya Beta Karoten

Characteristics of Red Palm Oil Nanoemulsions Enriched with Beta Carotene

Shannora Yuliasari, Dedi Fardiaz, Nuri Aandarwulan, dan Sri Yulianti (Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Bengkulu dan Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor)

Minyak sawit merah (*Red palm oil*/RPO) dan β -karoten tidak larut dalam air sehingga sulit diaplikasikan ke dalam produk pangan. Salah satu pendekatan untuk meningkatkan kelarutan RPO dan β -karoten adalah emulsifikasi. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan nanoemulsi RPO diperkaya β -karoten yang stabil. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium SEAFast CENTER IPB dari Januari–September 2013. Pada penelitian tahap pertama, nanoemulsi disiapkan melalui tahap-tahap: pengayaan RPO dengan β -karoten dan emulsifikasi RPO yang telah diperkaya β -karoten menggunakan HPH (*High Pressure Homogenizer*) pada tekanan 34,5 MPa dengan 10 siklus. Rasio RPO dan air dalam emulsi adalah 5 : 95; 7,5 : 92,5; dan 10 : 90 (b/b), dan persentase Tween 80 sebagai pengemulsi adalah 2,5; 5,0; 7,5; dan 10% (b/b) dari total emulsi. Pada tahap kedua, nanoemulsi disiapkan dengan persentase RPO: 2, 4, dan 6% (b/b) dan pengemulsi 1,5; 3,0; dan 4,5% (b/b) dari total emulsi. Hasil penelitian tahap pertama menunjukkan nanoemulsi yang dibuat dengan rasio RPO : air = 5 : 95 dan 7,5 : 92,5 serta pengemulsi 5% (b/b) menghasilkan emulsi

dengan ukuran droplet 115,1 sampai 145,2 nm dan stabil. Nanoemulsi yang dihasilkan dari penelitian tahap kedua memiliki ukuran droplet 94,9 sampai 125,5 nm, dan kadar β -karoten antara 47,6 sampai 130,9 mg/l. Ukuran droplet nanoemulsi yang kurang dari 125 nm dapat dihasilkan dengan formula rasio RPO dan pengemulsi kurang dari 2,0.

Kata kunci: minyak sawit merah, β -karoten, nanoemulsi, *homogenizer*

Red palm oil (RPO) and β -carotene are insoluble in water. It makes them difficult to be applied in food products. One of the approaches that can be used to improve RPO and β -carotene solubility is emulsification. This research is aimed to produce stable RPO nanoemulsion enriched with β -carotene. The research was conducted in the SEAFast Center Laboratory, Bogor Agriculture University from January to September 2013. In the first stage research, nanoemulsion was prepared through the following steps, i.e. enrichment of RPO with β -carotene and emulsification using a high pressure homogenizer at a pressure of 34.5 MPa in 10 cycles. The ratio of RPO and water in the mixture were 5 : 95; 7.5 : 92.5; and 10 : 90 (w/w), and Tween 80 percentage as emulsifier was 2.5; 5.0; 7.5; and 10% (w/w) of the total emulsions. In the second stage, nanoemulsions were prepared on various RPO percentage of 2, 4, and 6% (w/w) and emulsifier of 1.5; 3.0; and 4.5% (w/w) of the total emulsions. The results from the first stage showed that the nanoemulsions produced with the ratio of RPO and water were 5 : 95 and 7.5 : 92.5, and emulsifier of 5% (b/b) had a droplet size from 115.1 to 145.2 nm and stable. Nanoemulsions were resulting from the second stage had droplet size from 94.9 to 125.5 nm, and β -carotene content were 47.6 to 130.9 mg/l. Droplet size of nanoemulsions is less than 125 nm. It can be produced with RPO and emulsifier ratio less than 2.0.

Key words: Red palm oil, β -carotene, nanoemulsion, homogenizer

Jurnal Littri Vol. 20 No. 3, September 2014: 122-129

Pengaruh Auksin IBA dan NAA terhadap Induksi Perakaran Inggu (*Ruta graveolens* L.) In Vitro

*The Effect of Auxin IBA and NAA to In Vitro Rooting Induction of Roe (*Ruta graveolens* L.)*

Sitti Fatimah Syahid dan Natalini Nova Kristina (Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat)

Inggu (*Ruta graveolens* L.) merupakan salah satu tanaman obat langka di Indonesia yang perlu dilestarikan. Upaya konservasi tanaman inggu telah dilakukan secara *in vitro* di laboratorium Balitro selama 17 tahun pada kultur tunas. Untuk mengobservasi kestabilan genetik perlu dilakukan induksi perakaran. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh auksin IBA dan NAA terhadap induksi perakaran inggu secara *in vitro*. Bahan tanaman yang digunakan adalah tunas steril inggu *in vitro* yang telah berumur 17 tahun, yang ditanam pada media dasar Murashige dan Skoog (MS) setengah konsentrasi ($\frac{1}{2}$ MS) yang diperkaya vitamin dari group B. Perlakuan yang diuji adalah beberapa taraf konsentrasi auksin IBA dan NAA (0; 0,001; 0,002; dan 0,003 mg/l). Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap dengan lima ulangan. Setiap ulangan terdiri dari lima botol yang berisi dua tanaman. Parameter yang diamati adalah jumlah, panjang, dan bentuk akar, serta jumlah tunas dan penampilan kultur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan media $\frac{1}{2}$ MS yang diperkaya NAA pada konsentrasi rendah 0,001 mg/l menghasilkan jumlah akar terbanyak, yaitu 13,6 akar. Perlakuan ini juga menghasilkan banyak bulu-bulu akar yang menandakan akar yang sehat.

Kata kunci: *Ruta graveolens* L., IBA, NAA, induksi perakaran, *in vitro*

Roe (*Ruta graveolens* L.) is one of the Indonesian rare medicinal plants. An attempt to conserve roe, has been conducted through *in vitro* culture of sterile shoots at the laboratory of the Indonesian Spice and Medicinal Crops Research Institut (ISMCR) for 17 years. To observe the genetic stability of culture following *in vitro* conservation for a long

period, the collection must be tested in greenhouse and field. Therefore, it is necessary to induce rooting. The aim of the experiment was to observe the effect of IBA and NAA auxin to root induction of roe. The sterile shoots were used as material. They were planted on half-concentration ($\frac{1}{2}$ MS) on Murashige and Skoog (MS) medium, enriched with vitamin from group B. The experiment was arranged in a completely randomized design with five replications. Each replication consist of five bottles with two plants. The treatment tested were several concentrations of IBA and NAA (0; 0.001; 0.002; and 0.003 mg/l). The parameters observed were number, length, shape, and length of roots, and also the number of shoots and culture performance. The result showed that the use of $\frac{1}{2}$ MS + NAA 0.001 mg/l produced the highest number of roots (13.6 roots). This treatment also produced a lot of root hairs which indicates a healthy roots.

Key words: *Ruta graveolens* L., IBA, NAA, roots induction, *in vitro*

Jurnal Littri Vol. 20 No. 3, September 2014: 130-141

Pengaruh Sistem Penanaman terhadap Produksi Benih G0, G1, dan G2 beberapa Varietas Tebu Unggul Hasil Kultur Jaringan

The Effect of Planting Systems on Productivity of Primary, Secondary, and Commercial Seeds of Several Sugar Cane Varieties Produced by Tissue Culture

Deden Sukmadjaja dan Muhammad Syakir (Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian dan Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan)

Penyediaan benih tebu berdaya hasil tinggi memegang peranan penting dalam mendukung pencapaian program swasembada gula. Produksi benih tebu melalui teknologi kultur jaringan merupakan salah satu alternatif untuk menyediakan benih bermutu secara masal dengan waktu yang cepat. Salah satu bagian penting dalam program produksi benih tebu adalah penanaman benih hasil kultur *in vitro* menjadi benih produksi di lapangan. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan metode penanaman benih primer (G0), sekunder (G1), dan komersial (G2) dari beberapa varietas tebu hasil kultur *in vitro*. Penelitian dilakukan di tiga lokasi, yaitu Kebun Percobaan Cibinong-Bogor, Ngemplak-Pati, dan Klari-Karawang. Percobaan terdiri atas tiga kegiatan: (1) pengaruh media tumbuh terhadap pertumbuhan plantlet, (2) pengaruh jarak tanam terhadap produksi benih G1, dan (3) pengaruh jarak tanam terhadap produksi benih G2. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Acak Kelompok, dengan perlakuan pada percobaan pertama adalah media dan tempat aklimatisasi, pada percobaan kedua dan ketiga berupa jarak tanam dan varietas. Parameter pengamatan meliputi persentase tumbuh, jumlah batang per rumpun, jumlah buku, diameter batang, dan tinggi tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan polibag dan *pot tray* merupakan cara terbaik untuk aklimatisasi tebu. Jarak tanam terbaik benih G0 dan G1 varietas PS864 dan SS-57 di KP Cibinong adalah 60 cm \times 40 cm yang dapat memproduksi *budset* G1 masing-masing 1,72 dan 1,93 juta per ha dan benih G2 masing-masing 0,9 dan 1,01 juta per ha. Produksi *budset* G2 PS864 di Klari pada jarak tanam yang sama menghasilkan 1,94 juta per ha, sedangkan produksi *budset* G2 varietas PS881 dan Kidang Kencana di KP Ngemplak masing-masing mencapai 2,02 dan 2,18 juta per ha. Sementara itu, produksi terbanyak benih G2 varietas Bulu Lawang dan PS862 di KP Ngemplak dihasilkan pada perlakuan jarak tanam 100 cm \times 20 cm masing-masing sebanyak 2,44 dan 1,41 juta per ha. Produktivitas benih tebu hasil kultur jaringan dipengaruhi oleh jarak tanam, lokasi penanaman, dan varietas tanaman.

Kata kunci: Tebu, benih unggul, kultur jaringan, jarak tanam, benih G0, G1, G2

The supply of the high-yielding seed of sugarcane plays an important role in supporting the achievement of the sugarcane self-sufficiency program. Sugarcane seed production through tissue culture technology is an alternative way to provide the mass production of qualified seed rapidly. An important part of the sugarcane production program is the handling of the seed after *in vitro* culture application into

the production seed in the field. The purpose of this study is to find out a planting method of several varieties of primary (G0), secondary (G1), and commercial (G2) sugarcane seeds derived from *in vitro* culture. The study was conducted at three locations, namely the experimental Stations in Cibinong-Bogor, Ngemplak-Pati, and farmers' field in Klari-Karawang. The experiment consisted of three activities, i.e. : (1) the effect of growing medium on plantlets growth, (2) the effect of plant spacing on the seed production of G1, and (3) the effect of plant spacing on seed production of G2. The experiment was arranged in randomized block design. The treatment for the first experiment were site and growth media for plantlets acclimatization, meanwhile, the treatment for the second and third experiments were plant spacing and varieties. Parameter assessed were growth percentage, a number of stem per clump, a number of nodes, stem diameter, and plant height. The results showed that the use of polybag and pot trays are a best way for sugarcane acclimatization. The best growing system for breeding of seed sugarcane G0 and G1 varieties PS864 and SS-57 in Cibinong Experimental Station is at the plant spacing of 60 cm x 40 cm which produce G1 budset production amounted to 1.72 and 1.93 million/ha respectively and the G2 seed production of 1,01 and 0.9 million/ha, whereas the production of G2 budset (PS881 and Kidang Kencana varieties) in Ngemplak Experimental Station reached 2.02 and 2.18 million/ha respectively. The highest seed production of G2 seed (Bulu Lawang and PS862 varieties) in Ngemplak Experimental Station was produced in the most tightly plant spacing treatment (100 cm x 20 cm) as much as 2.44 and 1.41 million/ha respectively. The system of sugarcane seed multiplication through tissue culture is the best way to produce the mass production of qualified seeds. Productivity come from these seed is influenced by plant spacing, planting location, and varieties.

Key words: Sugar cane, superior seeds, tissue culture, plant spacing, primary (G0), secondary (G1), commercial seed (G2)

Jurnal Litri Vol. 20 No. 3, September 2014: 142-150

Analisis Komponen Hasil Vanili Alor pada Beberapa Agroekologi di Nusa Tenggara Timur

Yield Components Analysis of Alor's Vanilla in Several Agroecology of East Nusa Tenggara

Handi Supriadi, M. Hadad E.A., dan Edi Wardiana (Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar dan Perhimpunan Ilmu Pemuliaan Indonesia (PERIPI) Cabang Bogor)

Tanaman vanili (*Vanilla planifolia* Andrews) dapat tumbuh pada daerah beriklim kering, seperti di daerah Kabupaten Alor dengan ketinggian tempat 0-1500 m dpl. Namun demikian, pertumbuhan dan produksinya diduga akan bervariasi bergantung pada perbedaan kondisi agroklimat. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis pertumbuhan vegetatif, generatif, dan komponen hasil tanaman vanili lokal Alor di daerah beriklim kering. Penelitian dilakukan di daerah beriklim kering, Kabupaten Alor, Nusa Tenggara Timur, pada tiga lokasi dengan ketinggian tempat 25-825 m dpl, jenis tanah Inceptisol, dan tipe iklim F (Schmidt dan Ferguson), pada bulan Januari sampai Desember 2009. Metode yang digunakan adalah observasi terhadap populasi tanaman vanili yang ditanam pada tiga lingkungan tumbuh yang berbeda berdasarkan ketinggian tempat dari permukaan laut: (1) agroklimat dataran rendah (ketinggian 25 m dpl), (2) dataran medium (425 m dpl), dan (3) dataran tinggi (825 m dpl). Peubah yang diamati meliputi pertumbuhan vegetatif, generatif, dan komponen hasil. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor agroklimat berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan komponen hasil tanaman vanili. Pada ketinggian 825 m dpl, tanaman vanili menghasilkan pertumbuhan generatif dan komponen hasil vanili lebih baik, namun sebaliknya untuk pertumbuhan vegetatif. Kondisi iklim mikro, terutama intensitas cahaya matahari, suhu udara, dan unsur hara tanah diduga menjadi penyebab perbedaan tersebut.

Kata kunci: *Vanilla planifolia* Andrews, varietas lokal Alor, ketinggian tempat, pertumbuhan, komponen hasil

Vanilla (*Vanilla planifolia* Andrews) plants can grow in dry climates such in Alor Regency from altitude of 0-1500 m above sea level. However, their growth and production may vary depending on the difference in agroclimatic condition. The objective of the research was to analyze the growth of vegetative, generative, and yield components of Alor's vanilla in dry climates. This research was conducted in the dry climates, Alor Regency, East Nusa Tenggara, at those locations 25-825 m above sea level (asl) altitude, in Inceptisol type of soil and F type of climate (Schmidt and Ferguson), from January until December 2009. The study was undertaken based on observation method on the vanilla population grown in three different agroclimatic condition, with altitudes: (1) 25 m asl; (2) 425 m asl, and (3) 825 m asl. Variables measured include the growth of vegetative, generative, and yield components characters. The research showed that at 825 m asl vanilla produces better for generative and yield components, and vice versa for vegetative growth. Microclimate conditions, soil nutrition, light intensity, and temperature, may be the cause of these differences.

Key words: *Vanilla planifolia* Andrews, local variety of Alor, altitude, growth, yield components

Jurnal Litri Vol. 20 No. 3, September 2014: 151-157

Kadar Fosfor Daun Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) dan Korelasinya dengan Fosfor Tanah Tersedia dari Beberapa Metode Ekstraksi

*Phosphorus Contents of Physic Nut (*Jatropha curcas* L.) Leaves and Their Correlation with Availability of Soil Phosphorus Extracted through Several Methods*

A. Arivin Rivaie (Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Lampung)

Percobaan untuk mengetahui kesesuaian beberapa metoda uji P tanah untuk tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) dan pengaruh berbagai dosis pupuk P terhadap kadar P daun dan berat kering tanaman terhadap jarak pagar telah dilakukan pada tanah Ultisol Citayam, Bogor. Percobaan dilakukan di Rumah Kaca Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri Pakuwon, Jawa Barat, dari bulan September 2006 sampai Juni 2007. Perlakuan terdiri atas dosis P (SP-36), yaitu 0, 50, 100, dan 150 mg P₂O₅/kg tanah, yang disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar P daun dan berat kering tanaman jarak pagar meningkat sejalan dengan dosis pupuk P yang diberikan. Peningkatan dosis pupuk P juga diikuti oleh peningkatan kadar P tanah yang diekstraksi dengan metoda Olsen-P, Bray-1 P, dan HCl 25%. Nilai-nilai kadar P tanah tersedia yang diukur dengan ketiga metoda uji P tanah tersebut mempunyai hubungan yang nyata dengan kadar P daun jarak pagar. Koefisien determinasi (R²) tertinggi ditunjukkan oleh persamaan regresi dari nilai-nilai P tanah dengan metoda Bray-1 P (R² = 0.92) dibandingkan dengan metoda Olsen-P dan HCl 25%, yang menunjukkan bahwa metoda uji tanah Bray-1 P lebih sesuai untuk penyusunan rekomendasi pemupukan P untuk tanaman jarak pagar di tanah Ultisol.

Kata kunci: *Jatropha curcas* L., P daun, metode uji P tanah, hubungan antara P daun dan P tanah

A study was conducted to compare the suitability of several soil P test methods for physic nut (*Jatropha curcas* L.) and to determine the effect of various doses of P fertilizer on the leaf P content and the plant dry matter on Ultisol Citayam, Bogor. The experiments were carried out in a glasshouse from September 2006 up to July 2007. The employed treatments, namely 0, 50, 100, and 150 mg P₂O₅/kg soil (in form of SP-36), were arranged in a Completely Randomized Design (CRD) with four replications. The results showed that the leaf P content and plant dry matter of physic nut on Ultisol increased in line with increasing doses of P fertilizer applied. Increase of P fertilizer P rates was also followed by the increase of soil P concentrations extracted by the three soil P test methods (Olsen-P, Bray-1 P, and HCl 25%). The values of available soil P concentrations measured by the three soil P test methods had significant relationships with leaf P contents. The highest coefficient of determination

(R^2) showed by the regression equation of available soil P concentration measured by the Bray-1 P ($R^2 = 0,92$) compared to those measured by the Olsen-P and HCl 25% methods, indicated that the Bray-1 P method is likely more suitable to be used in establishing P fertilizer recommendations for the physic nut in Ultisol.

Key words: *Jatropha curcas* L., leaf P, soil P test methods, relationship between soil P and leaf P contents

Jurnal Littri Vol. 20 No. 3, September 2014: 158-168

Hubungan antara Keragaman Biofisik dan Fisiologis Benih dengan Vigor Benih dan Bibit Kakao Hibrida

Relationship Between Biophysical and Physiological Seed Diversity with Seed and Hybrid Vigor of Cocoa Seedling

Baharudin (Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Tenggara)

Penentuan karakteristik biofisik dan fisiologis benih sangat penting guna menghasilkan benih dan bibit berkualitas. Penelitian bertujuan untuk mengetahui keragaman hubungan mutu biofisik dan fisiologis benih terhadap vigor benih dan bibit kakao hibrida. Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei sampai November 2010, di Kebun Benih, Puslitkoka, Jember dan Laboratorium Ilmu dan Teknologi Benih IPB serta di rumah kaca Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia, Bogor. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok, lima jenis kakao hibrida dan empat ukuran benih, dengan empat ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keragaman karakteristik biofisik benih kakao GC 7, ICS 13 dan 60, TSH 858 dan UIT 1 pada jumlah dan bobot benih sangat bervariasi. Keragaman hubungan karakteristik biofisik untuk panjang, diameter, tebal dan bobot per 100 benih optimal pada benih kakao ukuran besar GC 7, ICS 60, dan TSH 858, sangat besar ICS 13 dan UIT 1. Ukuran benih berkaitan dengan mutu fisiologis perkecambahan benih, nilai, periode, daya, dan laju kecambah optimal ukuran benih sedang dan besar pada kakao GC 7, ICS 60, dan TSH 858, ICS 13 dan UIT 1 pada ukuran benih sedang, besar dan sangat besar. Ukuran benih berhubungan dengan daya hidup benih terbaik kakao GC 7, ICS 60, dan TSH 858 untuk ukuran sedang dan besar, ICS 13 dan UIT 1 ukuran benih besar dan sangat besar. Pertumbuhan bibit berkaitan dengan panjang tunas, panjang akar, diameter batang, dan tunas, rasio bobot kering akar dan tunas terbaik kakao GC 7 dan TSH 858 pada ukuran sedang dan besar, ICS 60 benih besar serta ICS 13 dan UIT 1 ukuran besar dan sangat besar. Perkembangan hasil total bobot kering tunas, daun dan bibit, bobot kering akar, total bobot kering bibit, dan rasio bobot kering akar dan tunas (A:T) optimal pada benih ukuran sedang, besar dan sangat besar.

Kata kunci: *Theobroma cacao*, benih hibrida, *matricconditioning*, seleksi benih, vigor benih

Determination of biophysical and physiological characteristics of seeds is essential in order to produce quality seeds and seedlings. The study aims to determine the diversity of biophysical and physiological relationship quality seed from the seed vigor and hybrid cacao seedlings. The experiment was conducted in May and November 2010. The study was conducted at Seed Gardens, Puslitkoka, Jember and Seed Laboratory Science and Technology IPB and in greenhouse Indonesian Biotechnology Research for Estate Crops, Bogor. The study used a randomized block design, five and four types of hybrid cocoa seed size, with four replications. The results showed the diversity of biophysical characteristics of cacao seeds GC 7, ICS 13 and 60, TSH 858 and UIT 1 on number and weight of seeds. The diversity of the biophysical characteristics of the relationship to length, diameter, thickness and weight per 100 seeds on the optimal size of a large cocoa seeds GC 7, ICS 60, and TSH 858, a very large ICS 13 and UIT 1. Size physiological seed quality associated with the germination of seeds, value, period, the power, and the optimal rate of germination medium and large seed size in cocoa GC 7, ICS 60, and TSH 858, ICS 13 and UIT 1 seed sizes medium, large and very large. Seed size associated with the best seed vitality of cacao GC 7, ICS 60, and TSH 858

for medium and large size, ICS 13 and UIT 1 large seed size and very large. Seedling growth related to the length of shoots, root length, stem diameter, and shoots, root dry weight ratio and best buds of cacao GC 7 and TSH 858 on medium and large size, large seed ICS 60 and ICS 13 and UIT 1 large and very large size. The development of the dry weight of the total yield of shoots, leaves and seeds, root dry weight, total dry weight of the seeds, and the ratio of dry weight of roots and shoots (A:T) on the optimal size of the seed medium, large and very large.

Key words: *Theobroma cacao*, hybrid seeds, *matricconditioning*, seed selection, seed vigor

Jurnal Littri Vol. 20 No. 4, Desember 2014: 169-178

Pengaruh Perlakuan Air Panas terhadap Pertumbuhan Apeks Tebu *The Effect of Hot Water Treatment to The Growth of Sugar cane Apexes*

Rara Puspita Dewi Lima Wati, Deden Sukmadjaja, Darda Efendi, dan Ika Roostika (Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, dan Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian)

Kultur apeks merupakan salah satu metode alternatif yang dapat diaplikasikan untuk eliminasi virus. Penguasaan sistem regenerasi apeks pasca-perlakuan air panas (*Hot Water Treatment*/HWT) perlu dilakukan sebelum aplikasi teknik eliminasi virus. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh suhu dan menentukan perlakuan air panas yang optimal untuk pertumbuhan apeks tebu. Penelitian dilakukan di Laboratorium Kultur Jaringan, Kelompok Peneliti Biologi Sel dan Jaringan, Balai Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian, Bogor pada Februari sampai Desember 2013. Bahan tanaman yang digunakan adalah tebu PS864. Terdapat tiga tahap percobaan. Rancangan percobaan pada ketiga tahapan tersebut adalah Rancangan Acak Lengkap. Percobaan pertama adalah HWT secara langsung terhadap apeks. Percobaan kedua adalah HWT secara tidak langsung tanpa saringan. Percobaan ketiga adalah HWT secara tidak langsung dengan saringan. Taraf suhu yang diuji, yaitu 25, 30, 40, 50, dan 60°C. Apeks hasil perlakuan tersebut ditanam pada media MS dengan penambahan BA 0,3 ppm. Peubah yang diamati meliputi daya hidup dan tumbuh, pembentukan kalus dan akar, serta jumlah tunas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa apeks mampu bertahan hidup (96%) dan tumbuh (3 tunas/eksplan) hingga perlakuan suhu 40°C pada metode pertama. Pada metode kedua, eksplan mampu bertahan hidup dan tumbuh hingga perlakuan suhu 50°C (26,7%, 2 tunas/eksplan). Pada metode ketiga, apeks tebu juga dapat tumbuh hingga perlakuan suhu 50°C (25%). Metode ketiga mampu mengurangi pengaruh *thermo-shock* yang ditandai dengan meningkatnya jumlah tunas/eksplan (4 tunas/eksplan). HWT secara tidak langsung pada suhu 50°C dengan saringan merupakan metode yang paling optimal untuk mempertahankan kemampuan regenerasi apeks.

Kata kunci: Tebu (*Saccharum officinarum* L.), kultur apeks, perlakuan air panas

The regeneration system of apex after hot water treatment (HWT) is needed before applying the virus elimination technique. This study aimed to know the effect of HWT and to determine the optimal HWT method for growing sugar cane apexes. The experiments were conducted in Tissue Culture Laboratory, Plant Cell Tissue Biology Group, Indonesian Center for Agricultural Biotechnology and Genetic Resources Research and Development on February–December 2013. The plant material was sugar cane PS864. There were three experiments. The Completely Randomized Design was used in these experiments. First experiment was direct HWT method to the apexes. Second experiment was indirect HWT method without using metal sieve filter. Third experiment was indirect HWT method by using metal sieve filter. Five degrees of temperature were tested (25, 30, 40, 50, and 60°C). After the HWT treatment, apexes were grown on MS medium with the addition of 0,3 ppm BA. The observed variables were survival rate, growth rate, callus formation, root formation and shoot number. The results showed that apexes could survive (96%) and regrow

(3 shoots/explants) after HWT up to 40°C in the first method. In the second method, explants could survive and regrow after HWT up to 50°C (26.7%; 2 shoots/explants). In the third method, apexes also could grow after HWT up to 50°C (25%) and could reduce thermo-shock by increasing the number shoot/explant (4 shoot/explant). Indirect HWT by metal sieve filter at 50°C was the best optimal method for maintaining regeneration capacity of sugar cane apexes.

Keywords: Sugar cane (*Saccharum officinarum* L.), apex culture, hot water treatment

Jurnal Littri Vol. 20 No. 4, Desember 2014: 179-186

Pembentukan Kalus dan Embrio Somatik Kakao Menggunakan Thidiazuron melalui Satu Tahap Induksi Kalus

Callogenesis and Somatic Embryogenesis of Cacao using Thidiazuron through One Step of Callus Induction

Nur Ajijah, Rubiyo, dan Suadarsono (Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar, dan Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, IPB)

Embriogenesis somatik kakao (*Theobroma cacao* L.) telah banyak dilaporkan dengan penggunaan zat pengatur tumbuh (ZPT) yang bervariasi. Penggunaan thidiazuron untuk menginduksi embriogenesis somatik kakao telah dilaporkan melalui dua tahap induksi kalus. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas thidiazuron menginduksi embriogenesis somatik kakao melalui satu tahap induksi kalus. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kultur Jaringan Unit Pengembangan Benih Unggul, Badan Litbang Pertanian, Bogor. Empat taraf thidiazuron (0; 2,5; 5,0; dan 10 µg/l) dikombinasikan dengan 2,4-D 2 mg/l digunakan untuk menginduksi kalus dan embrio somatik 3 klon kakao (TSH858, Sca6, dan ICS13) menggunakan eksplan mahkota bunga dan staminoid. Media dasar DKW tanpa ZPT digunakan sebagai kontrol. Penelitian disusun dalam rancangan lingkungan acak lengkap dengan lima ulangan. Setiap unit percobaan terdiri dari sepuluh eksplan. Peubah yang diamati meliputi persentase pembentukan kalus umur 2 dan 4 minggu, penampakan visual kalus, persentase eksplan membentuk embrio somatik, dan jumlah embrio somatik per eksplan umur 10 dan 14 minggu. Kalus terbentuk pada media dengan penambahan hanya 2,4-D atau 2,4-D + thidiazuron, namun embrio somatik hanya terbentuk pada media dengan penambahan 2,4-D + thidiazuron. Pembentukan kalus dan embrio somatik sangat dipengaruhi oleh tipe eksplan dan genotipe. Klon Sca6 lebih responsif dibandingkan TSH858 dan ICS13 dan eksplan staminoid lebih responsif dibandingkan mahkota bunga. Hasil studi ini menunjukkan terdapat pengaruh interaksi yang kuat antara ZPT, genotipe, dan tipe eksplan terhadap pembentukan kalus dan embrio somatik kakao serta tidak terdapat perbedaan hasil yang nyata antara pembentukan embrio somatik melalui satu dan dua tahap induksi kalus.

Kata kunci: *Theobroma cacao* L., genotipe, eksplan, zat pengatur tumbuh

Somatic embryogenesis of cacao (*Theobroma cacao* L.) has been widely reported with varied of plant growth regulators (PGR) used. The use of thidiazuron in inducing somatic embryogenesis of cacao has been reported through a two-step callus induction. The study aimed to evaluate the effectiveness of thidiazuron in inducing somatic embryogenesis of cacao through a one-step of callus induction. The study was conducted at the tissue culture laboratory of Agricultural Seed Development Unit, Indonesian Agency for Agricultural Research and Development, Bogor. Four levels of thidiazuron (0; 2.5; 5.0; and 10 µg/l) in combination with 2 mg/l 2,4-D were used for inducing callogenesis and somatic embryogenesis of three cacao clones (TSH858, Sca6, and ICS13) using petals and staminoids explants. DKW basal medium without PGR was used as a control. The result showed callus were formed on medium containing only 2,4-D or 2,4-D + thidiazuron, while embryos were only formed on medium containing 2,4-D + thidiazuron. The formation of callus and somatic embryos were highly affected by explant types and genotypes. Sca6 clone was more responsive than TSH858 and ICS13 and

staminoids were more responsive than petals. The results of this study revealed that there was a strong interaction between the PGRs, genotypes, and explant types on the formation of cacao callus and somatic embryos. Results of this study also showed no significant difference between the formation of somatic embryos through one and two steps of callus induction.

Keywords: *Theobroma cacao* L., genotypes, explants, plant growth regulators

Jurnal Littri Vol. 20 No. 4, Desember 2014: 187-194

Potential of Medicinal Plant Extracts in Inducing Plant Resistance on Ginger Against Bacterial Wilt Disease

Potensi Ekstrak Tanaman Obat Untuk Menginduksi Ketahanan Jahe Terhadap Penyakit Layu bakteri

Sri Yuni Hartati, Supriadi, and Sri Rahayuningsih (Indonesian Spice and Medicinal Crops Research Institute)

Bacterial wilt caused by *Ralstonia solanacearum* is one of the most destructive diseases on ginger. The aim of this study was to evaluate the potential use of five different medicinal plants extracts (*Acalypha indica*, *Andrographis paniculata*, *Centella asiatica*, *Curcuma xanthorrhiza*, and *Spinosa oleracea*) as sources of plant resistance inducer compounds (elicitor) against bacterial wilt disease on ginger. Salicylic acid was used as a standard synthetic compound, as well as, water as a control treatment. The study was conducted at the Indonesian Spice and Medicinal Crops Research Institute, Bogor in 2010-2011. Research was conducted in Completely Randomized Design that consisted of 7 treatments, 3 replicates, and 10 plants/ replicate. Ginger seeds were planted in a mixture of soil and manure in polybags. One-month old ginger plants were sprayed or drenched with each of the medicinal plant extract before and after *R. solanacearum* inoculation. This experiment indicated that the medicinal plant extracts tested were effective in reducing wilt disease incidence on ginger. Their effectiveness varied depended on the plant species and the application method used. Among those five medicinal plant extracts tested, *A. indica*, *A. paniculata*, and *C. xanthorrhiza* were the most stable and effective. Their effectiveness were comparable with the standard compound of salicylic acid. This finding indicated that *A. indica*, *A. paniculata*, and *C. xanthorrhiza* were potentially used as sources of botanical elicitor compounds. The use of those medicinal plant extracts as sources of botanical elicitor, hopefully could increase ginger resistance and rhizome production, as well as reduce the use of synthetic pesticides.

Keywords: Medicinal plant extracts, elicitor compounds, induced resistance, ginger, wilt disease

Layu bakteri yang disebabkan oleh *Ralstonia solanacearum* merupakan salah satu penyakit yang merusak tanaman jahe. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi potensi lima jenis ekstrak tanaman obat (akar kucing, sambiloto, pegagan, temulawak, dan bayam duri) sebagai sumber senyawa penginduksi ketahanan (elisitor) tanaman jahe terhadap penyakit layu. Pada penelitian ini digunakan asam salisilat sebagai senyawa sintetik standard dan air sebagai perlakuan kontrol. Penelitian dilaksanakan di Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Bogor pada tahun 2010-2011. Percobaan dilaksanakan dengan menggunakan rancangan acak lengkap yang terdiri atas 7 perlakuan, 3 ulangan, dan 10 tanaman/ ulangan. Rimpang jahe ditanam pada media campuran tanah dan pupuk kandang di dalam polibeg. Jahe umur satu bulan disemprot atau disiram dengan ekstrak tanaman obat sebelum dan setelah diinokulasi *R. solanacearum*. Hasil penelitian mengindikasikan bahwa ekstrak tanaman obat yang diuji efektif dapat mengurangi kejadian penyakit layu pada tanaman jahe. Efektivitas dari tanaman tersebut bervariasi tergantung dari spesies tanaman dan cara aplikasinya. Diantara kelima tanaman obat yang diuji, akar kucing, sambiloto, dan temulawak paling stabil dan efektif dalam mengurangi terjadinya penyakit layu. Efektivitas dari ketiga tanaman obat tersebut sama dengan senyawa asam salisilat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa akar kucing, sambiloto, dan temulawak berpotensi untuk digunakan sebagai sumber senyawa elisitor botanis.

Penggunaan ekstrak tanaman obat sebagai sumber elisitor botanis diharapkan dapat meningkatkan ketahanan tanaman dan produksi jahe serta mengurangi penggunaan pestisida sintetik.

Kata kunci: Ekstrak tanaman, senyawa elisitor, induksi ketahanan, jahe, penyakit layu

Jurnal Littri Vol. 20 No. 4, Desember 2014: 195-202

Pengaruh Pemupukan terhadap Pertumbuhan, Produksi, dan Mutu Tanaman Timi (*Thymus vulgaris* L.)

The Effect of Fertilizer on Growth, Yield, and Quality of Thyme (Thymus vulgaris L.)

Mono Rahardjo, I. Darwati, dan H. Nurhayati (Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat)

Tanaman timi banyak dibudidayakan di Indonesia karena bermanfaat untuk kesehatan. Kebutuhan hara N, P, dan K penting diketahui untuk mendukung budidayanya. Penelitian bertujuan untuk mengetahui respon pemupukan terhadap pertumbuhan, produksi, mutu simplisia, dan serapan hara tanaman timi. Penelitian dilaksanakan di KP. Manoko (1200 m dpl) pada bulan Januari sampai Desember 2013. Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok dengan empat ulangan. Perlakuan pemupukan: (1) kontrol (tanpa pupuk); (2) 20 ton/ha pupuk kandang; (3) 20 ton/ha pupuk kandang + urea, SP36, dan KCl masing-masing 50 kg/ha; (4) 20 ton/ha pupuk kandang + urea, SP36, dan KCl masing-masing 75 kg/ha; (5) 20 ton/ha pupuk kandang + urea, SP36, dan KCl masing-masing 100 kg/ha; (6) 20 ton/ha pupuk kandang + urea, SP36, dan KCl masing-masing 125 kg/ha; (7) 20 ton/ha pupuk kandang + urea, SP36, dan KCl masing-masing 150 kg/ha; dan (8) Urea, SP36, dan KCl masing-masing 150 kg/ha. Peubah yang diamati: tinggi, bobot segar dan kering, produksi herba kering, mutu simplisia, serta kadar hara N, P, dan K tanaman. Produksi herba tertinggi (3,93 ton/ha) diperoleh pada perlakuan urea, SP36, dan KCl masing-masing 150 kg/ha. Peningkatan SP36 menjadi 150 kg/ha yang diikuti oleh urea dan KCl masing-masing 150 kg/ha tanpa pupuk kandang, mampu meningkatkan herba kering timi 44–88%. Kadar thymol tertinggi (70,90%) dicapai pada perlakuan 20 ton/ha pupuk kandang + urea, SP36, dan KCl masing-masing 150 kg/ha, namun menghasilkan kadar minyak atsiri terendah (0,30%). Sebaliknya, kadar thymol terendah (43,99%) dicapai pada perlakuan tanpa pupuk, tetapi memiliki kadar minyak atsiri tertinggi (0,92%).

Kata kunci: *Thymus vulgaris* L., pemupukan, pertumbuhan, produksi, kualitas

Thyme has been cultivating in Indonesia because of it benefits for health. Thyme nutrients requirement is important to support its cultivation. This study is aimed to evaluate thyme responses to fertilizer. The research was conducted at Manoko Experimental Garden (1200 m asl) from January to December 2013, arranged in randomized block design with four replications. Fertilization treatments: (1) control (no fertilizer); (2) 20 tonnes/kg manure; (3) 20 tonnes/ha manure + 50 kg/ha of each urea, SP36, and KCl; (4) 20 tonnes/kg manure + 75 kg/ha of each urea, SP36, and KCl; (5) 20 tonnes/kg manure + 100 kg/ha of each urea, SP36, and KCl; (6) 20 tonnes/kg manure + 125 kg/ha of each urea, SP36, and KCl; (7) 20 tonnes/kg manure + 150 kg/ha of each urea, SP36, and KCl; and (8) 150 kg/ha of each urea, SP36, and KCl. Parameters observed: plant height, fresh and dry weight per plant, yield of dry herb, simplisia quality, and N, P, and K contents. Treatment 150 kg/ha of each urea, SP36, and KCl was produced the highest yield (3.93 tonnes/ha). The increase of SP36 until 25 kg/ha combined with 150 kg/ha urea and KCl could enhance yield of dry herb 44–88%. The highest thymol content (70.90%) was obtained from treatment 20 tonnes/kg manure + 150 kg/ha of each urea, SP36, and KCl, but it produced the lowest essential oil content (0.30%). Contrarily, control treatment produced the highest essential oil content (0.92%) but gave the lowest thymol content (43.99%).

Key words: *Thymus vulgaris* L., fertilization, growth, yield, quality

Jurnal Littri Vol. 20 No. 4, Desember 2014: 203-210

Hubungan antara Karakter Vegetatif dengan Produksi Pati Sagu Baruq (*Arenga macrocarpha* Becc.) Asal Kabupaten Sangihe

Relationship Between Vegetative Characters and Sago Baruq Starch Production From Sangihe District

Elsje T. Tenda dan Miftahorrachman (Balai Penelitian Tanaman Palma)

Sagu baruq merupakan tanaman sumber karbohidrat yang diambil dari batang. Masalah yang dihadapi adalah seleksi produksi pati pada setiap pohon. Banyak atau sedikitnya produksi pati akan diketahui setelah pohon ditebang. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan informasi genetik plasma nutfah sagu baruq, terutama untuk mengetahui korelasi antara karakter-karakter vegetatif dengan produksi pati, yang dapat dimanfaatkan untuk kegiatan seleksi tetua. Salah satu alat yang bisa digunakan untuk mendapatkan informasi ini adalah metode sidik lintas. Karakter yang diamati adalah tinggi batang, jumlah daun, panjang rachis, panjang dan lebar petiol, panjang, lebar, dan jumlah anak daun, serta berat batang, empulur, dan pati. Pengumpulan data dilakukan dengan mengacu pada metode Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan tahun 2005. Data yang terkumpul dianalisis koefisien korelasinya untuk mengetahui hubungan langsung dan tidak langsung karakter-karakter vegetatif dengan berat tepung sebagai komponen hasil. Perhitungan koefisien lintas mengacu pada metode matriks oleh Singh dan Chaudari. Hasil yang diperoleh menunjukkan terdapat enam karakter yang berpengaruh langsung terhadap berat tepung dan dapat dijadikan seleksi peningkatan produksi pati sagu baruq di Tabukan Tengah. Sementara itu, di Manganitu, terdapat sembilan karakter yang dapat dijadikan sebagai kriteria seleksi untuk perbaikan tanaman. Selain pengaruh langsung, dihasilkan juga 12 pengaruh tidak langsung yang dapat dipertimbangkan sebagai kriteria seleksi populasi sagu baruq di Tabukan Tengah dan 10 pengaruh tidak langsung untuk Manganitu.

Kata kunci: *Arenga macrocarpha*, hubungan, karakter vegetatif, produksi pati

The experiment was conducted at the District Tabukan Tengah and Manganitu Sangihe Regency, North Sulawesi in May 2012. The purpose of this study was to obtain genetic information for germplasm of sago Baruq, especially to determine the correlation between vegetative characters and the production of starch, which later can be used as the selection of mother palms. One of the tools that can be used to obtain this information was the method of path analysis. Research methods used was direct observation in the field. The number of plants observed for each site 10 trees, which were randomly selected. Characters observed were plant height, number of leaves, rachis length, length of petiol, petiol width, length of the leaf, width of leaf, number of leaves, stems weight, pith weight, and weight of starch. The collected data were analyzed to determine the direct and indirect relationship between vegetative characters and weight of starch using path analysis. The result showed that 10 vegetative characters of Baruq sago population in Tabukan Tengah District, Sangihe regency produced six characters directly influence the character of the starch weight and can be used as selection criteria to increasing production of baruq sago starch. Meanwhile, in District Manganitu 9 characters can be used as selection criteria for crop improvement. In addition to the direct effects, 12 indirect effects can be considered as a selection criteria for sago baruq population in District Tabukan Tengah and 10 indirect effects for the population baruq sago in the District Manganitu.

Keywords: *Arenga macrocarpha*, relationships, vegetative character, starch production

Prospek Perbaikan Teknologi Budidaya dan Pascapanen Kumis Kucing di Kabupaten Sukabumi***Prospect Improvement Cultivation Technology and Postharvest of Cats Whiskers in Sukabumi Regency*****Ekwasita Rini Pribadi, Wawan Lukman, dan Bagem Sofiana Sembiring (Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat)**

Penerapan teknologi pertanian diarahkan pada teknologi yang tepat guna dan tepat terapan sesuai dengan komoditas yang dikembangkan, untuk itu perlu didahului studi kelayakan. Penelitian bertujuan mengetahui prospek perbaikan teknologi budidaya dan pascapanen kumis kucing, dilakukan dalam bentuk sosialisasi dan demplot di kebun petani Kecamatan Nagrak, Sukabumi, Jawa Barat dari bulan Maret sampai Desember 2012. Perbaikan teknologi budidaya kumis kucing melalui penerapan pemupukan SOP rekomendasi Balitro dengan dosis pupuk kandang 20 ton/ha, diberikan 1-2 minggu sebelum tanam, Urea, SP-36, dan KCl masing-masing dengan dosis 200, 200, dan 150 kg/ha diberikan setiap habis panen. Pengeringan simplisia menggunakan kain penutup hitam pada terna basah yang dihangatkan di atas plastik. Data dianalisis secara deskriptif. Tingkat kelayakan teknologi budidaya diukur berdasarkan : tingkat efisiensi teknis, efisiensi ekonomis, serta efisiensi alokatif. Hasil penelitian menunjukkan, penerapan SOP budidaya dan pascapanen anjuran Balitro dapat meningkatkan produksi dan pendapatan usaha tani kumis kucing, hasil terna basah kumis kucing untuk enam kali panen per tahun pada budidaya monokultur 3.333 kg/1.000 m² dan tumpang sari dengan ubi kayu 2.592 kg/1.000 m², lebih tinggi 62,70 dan 81,75% dibanding pada petani. Analisis efisiensi ekonomi terna basah SOP pemupukan Balitro pada budidaya monokultur diperoleh pendapatan Rp.2.486.667,- dan tumpang sari dengan ubi kayu Rp.946.000,- per 1.000 m², masing-masing dua kali dan sepuluh kali lebih tinggi dari pendapatan dengan pemupukan petani setempat. Pengembangan budidaya kumis kucing dengan pemupukan anjuran perlu upaya penyuluhan, penyediaan kredit usaha, dan promosi produk secara luas.

Kata kunci: *Orthosipon aristatus* Miq., perbaikan teknologi, budidaya, pascapanen, sistem usaha tani

The application of agricultural technologies directed at appropriate technology and applicability according to the commodity which was developed, for that require to be preceded by feasibility studies. Research prospect improvement cultivation technology and postharvest of java tea in the form dissemination and demonstration plots was conducted in the farmer's plantation at Nagrak District, Sukabumi, West Java, from March to December 2012. ISMCRI fertilizer recommendations were applied manure 20 tonnes/ha, applied 1-2 weeks before planting and inorganic fertilizer consisting of urea, SP36 and KCl respectively at a dose of 200, 200, and 150 kg/ha was given after every harvesting. Dissemination of the drying using black slipcover on the wet herbaceous plant spread on plastic. The feasibility technological was measured based on the level of technical efficiency, economic efficiency and price efficiency. The results showed SOP fertilizer introduced technically and economically more efficient, herbaceous plant production java tea for six harvests/year on monoculture farming 3,333 kg/1.000 m² and intercropped with cassava 2,592 kg/1.000 m², were higher than the farmer production, and more efficient in the allocation of inputs there were 62.70 (monoculture) and 81.75% (in intercropping with cassava). Economic efficiency analysis of the wet herbaceous plant product showed, cultivation with SOP fertilizer recommendation on monoculture cultivation income earned Rp.2,486,667, - and intercropping with cassava Rp. 946,000, - per 1,000 m², respectively twice and ten times higher than income to local farmers fertilizing cultivation. The development of java tea cultivation using fertilizer recommendation should efforts of counseling, provision of business loans and promotion the product extensively.

Keywords: *Orthosipon aristatus* Miq., technology improvement, cultivation, postharvest, farming system

JURNAL PENELITIAN TANAMAN INDUSTRI

Volume 20, Tahun 2014

INDEKS SUBYEK

Arabica Coffee/*Kopi Arabika*

Selection/*Seleksi* 77
Vegetative/*Vegetatif* 77
Generative/*Generatif* 77
Sequential path analysis/*Analisis lintasan* 77

Jahe Putih/*White Ginger*

Daya simpan/*Storability* 1
Pestisida nabati/*Botanical pesticide* 1
Dataran tinggi/*High altitude* 1
Kelayakan usaha/*Economical feasibility* 1

Jamu Herbal/*Jamu Herbs*

Eimeria tenella/*Eimeria tenella* 9
Ayam pedaging/*Broilers* 9
Penyakit koksi/*Cocci diseases* 9
Lesi/*Lesion* 9

Jarak Pagar/*Jatropha*

Jatropha curcas Linn/ *Jatropha curcas* Linn 45
Produktivitas/*Productivity* 45
Cekaman kekeringan/*Drought stress* 45
Provenan/*Provenance* 45
Populasi S1/*S1 Population* 65
Populasi F1/*F1 Population* 65
Penurunan hasil/*Yield reduction* 65
Steinernema sp./*Steinernema sp.* 93
Spodoptera litura/*Spodoptera litura* 93
P Daun/*Leaf P* 151
Metode uji P tanah/*Soil P test methods* 151

Jarak Kepyar/*Castor*

Achaea janata L/*Achaea janata* L 57
Patogenisitas/*Pathogenicity* 57
Instar/*Instars* 57
Mortalitas/*Mortality* 57

Jahe/*Ginger*

Medicinal Plant Extracts/*Ekstrak tanaman* 187
Elicitor Compounds/*Senyawa Elisitor* 187
Induced Resistance/*Induksi Ketahanan* 187
Penyakit Layu/*Wilt Disease* 187

Karet/*Rubber*

Analisis tanah/*Soil analysis* 17
Kesuburan/*Fertility* 17

Produktivitas/*Productivity* 17
Hevea brasiliensis/*Hevea brasiliensis* 17

Kopi Robusta/*Robusta Coffee*

Kelapa/*Coconut* 27
Mikoriza/*Mycorrhiza* 27
Pertumbuhan/*Growth* 27
NPK 27

Kelapa Sawit/*Palm Oil*

Elaeis guineensis Jacq/ *Elaeis guineensis* Jacq 101
Agroekologi/*Agroecology* 101
Pengelolaan kebun kelapa sawit rakyat/*Smallholder management* 101
Produktivitas/*Productivity* 101

Kakao/*Cocoa*

Theobroma cacao/*Theobroma cacao* 158
Benih hibrida/*Hybrid seeds* 158
Seleksi benih/*Seed selection* 158
Vigor benih/*Seed vigor* 158
Genotipe/*Genotypus* 179
Eksplan/*Explants* 179
Zat Pengatur Tumbuh/*Plant Growth Regulators* 179

Kumis Kucing/*Cats Whiskers*

Orthosipon Aristatus Miq 211
Perbaikan Teknologi/*Technology Improvement* 211
Budidaya/*Cultivation* 211
Pascapanen/*Postharvest* 211
Sistem Usaha Tani/*Farming System* 211

Minyak Sawit Merah/*Red Palm Oil*

β -karoten/ *β -carotene* 111
Nanoemulsi/*Nanoemulsion* 111
Homogenizer/*Homogenizer* 111

Perakaran Inggu/*Rooting Inggu*

Ruta Graveolens L/ *Ruta Graveolens* L 122
IBA/*IBA* 122
INA/*INA* 122
Induksi perakaran/*Roots induction* 122
In vitro/*in vitro* 122

Sagu Baruq/*Sago Baruq*

Arenga Macrocarpha 203

Hubungan/*Relationship* 203
Karakter Vegetatif/*Vegetative Character* 203
Produksi Pati/*Starch Production* 203

Tembakau/*Tobacco*

Nicotiana tabacum L./*Nicotiana tabacum* L. 87
Perendaman/*Priming* 87
KNO₃/*KNO₃* 87
Viabilitas benih/*Seed viability* 87

Tebu/*Sugar Cane*

Benih unggul/*Superior seeds* 130
Kultur jaringan/*Tissue kultur* 130
Jarak tanam/*Plant spacing* 130
Benih GO/*primary (GO)* 130
GI/*Secondary (GI)* 130
G2/*Commercial seed* 130
Kultur Apeks/*Apex Culture* 169
Perlakuan Air Panas/*Hot Water Treatment* 169

Tanaman Timi/*Plant Timi*

Thymus Vulgaris L. 195
Pemupukan/*Fertilization* 195
Pertumbuhan/*Growth* 195
Produksi/*Yield* 195
Kualitas/*Quality* 195

Virgin Coconut Oil /*Minyak Kelapa Murni*

Formula biskuit/*Biscuits formula* 35
Asam lemak/*Fatty acids* 35
VCO 35

Vanili Alor/*Vanilla Alor*

Vanilla planifolia Andrews/Vanilla planifolia Andrews 142
Varietas lokal alor/*Local Variety Of Alor* 142
Ketinggian tempat/*Altitude* 142
Pertumbuhan/*Growth* 142
Komponen hasil/*Yield components* 142

JURNAL PENELITIAN TANAMAN INDUSTRI

Volume 20, Tahun 2014

INDEKS PENULIS

Afrizon	17	Miftahrorrachman	203
A. Arivin Rivaie	151	Mohammad Cholid	45
Bagem BR Sembiring	9	Mono Rahardjo	195
Bagem Sofiana Sembiring	211	Muhammad Syakir	130
Baharudin	158	Natalini Nova Kristina	122
Bambang Sapta Purwoko	45	Nur Ajijah	179
Bariot Hafif	101	Nuri Andarwulan	111
Darda Efendi	169	Nurmegawati	17
Deden Sukmadjaja	169	Rara Puspita Dewi Lima Wati	169
Deden Sukmadjaja	130	Rindengan Barlina	35
Dedi Fardiaz	111	Rr. Ernawati	101
Dedi Sugandi	17	Rr. Sri Hartati	65
Dibyo Pranowo	77	Rubiyo	179
Djumali	45	Rusli	27
Edi Wardiana	77, 142	Shannora Yuliasari	111
Ekwasita Rini Pribadi	211	Sintha Suhirman	9
Elna Karmawati	93	Sitti Fatimah Syahid	122
Elsye T. Tenda	203	Siwi Sumartini	87
Ening Wiedosari	9	Slamet Susanto	45
Ermiati	1	Sri Mulyani	87
Fathkur Rochman	87	Sri Rahayuningsih	187
H. Nurhayati	195	Sri Yuliani	111
Handi Supriadi	142	Sri Yuni Hartati	187
Hariyadi	45	Sudarsono	179
Heri Prabowo	57, 93	Sukarman	1
I. Darwati	195	Supriyadi	187
IGAA. Indrayani	57	Titiek Yulianti	57
Ika Roostika	169	Tukimin	93
M. Hadad E.A	142	Wawan Lukman	211
		Yulia Pujiarti	101

PEDOMAN PENULISAN NASKAH JURNAL PENELITIAN TANAMAN INDUSTRI

JURNAL PENELITIAN TANAMAN INDUSTRI adalah publikasi ilmiah primer yang diterbitkan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. Jurnal ini memuat hasil penelitian primer terkait komoditas perkebunan yang belum pernah diterbitkan pada media apapun.

PENGAJUAN NASKAH

Naskah yang diajukan belum pernah diterbitkan atau tidak sedang dalam proses evaluasi pada media lain; telah mendapat persetujuan tim penulis (dilampirkan surat keterangan), sebagai pihak yang sama-sama bertanggung jawab terhadap naskah. Penerbit tidak bertanggung jawab terhadap klaim atau permintaan kompensasi terhadap hal-hal yang berkaitan dengan naskah.

Naskah dikirim rangkap dua disertai dengan *softcopy* atau file elektronik dan diberi surat pengantar dari kepala unit kerja penulis kepada Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. Tembusan surat dialamatkan kepada Ketua Dewan Penyunting Jurnal LITTRI, Puslitbang Perkebunan, Jalan Tentara Pelajar No. 1 Bogor 16111, Telepon: 0251-8336194, 8313083, Faks: 0251-8336194, *E-mail*: littri_puslitbangbun@yahoo.co.id, *Website*: <http://www.perkebunan.litbang.deptan.go.id>.

Setiap naskah yang diajukan wajib mengikuti format dalam pedoman penulisan ini, yang dapat diakses di <http://www.perkebunan.litbang.deptan.go.id>. Naskah yang formatnya tidak sesuai dengan pedoman tidak akan diproses dan akan diinformasikan kepada penulis oleh redaksi. Setiap naskah yang diajukan diketik pada kertas A4 pada satu permukaan halaman, batas margin 2 cm di semua sisi kertas, bentuk huruf Times New Roman, ukuran font 11 dan dua spasi, sedangkan tabel dan gambar berukuran 9 satu spasi. Naskah tidak lebih dari 20 halaman, termasuk tabel dan gambar. Setiap halaman diberi nomor secara berurutan, pada sisi kanan bawah. Penulis wajib mengikuti kaidah penulisan bahasa Indonesia yang baik dan benar serta sesuai dengan Pedoman Pusat Pembinaan dan Pengembangan Bahasa.

PENYIAPAN NASKAH

Jurnal LITTRI memuat artikel dalam bahasa Indonesia maupun Inggris. Pemakaian istilah agar mengikuti Pedoman Pusat Pembinaan dan Pengembangan Bahasa.

Naskah disusun dengan urutan: Judul, Penulis dan Institusi penulis, Abstrak, Kata kunci, Abstract dan Key words, Pendahuluan, Bahan dan Metode, Hasil dan Pembahasan, Kesimpulan, Ucapan Terima Kasih (apabila Diperlukan), dan Daftar Pustaka.

Judul: Singkat, jelas, menggambarkan isi naskah, dan informatif (tidak lebih dari 15 kata), ditulis dalam bahasa Indonesia dan bahasa Inggris.

Penulis dan Institusi penulis: Nama ditulis tanpa gelar dan nama penulis pertama merupakan penulis utama. Institusi dan alamat penulis pertama, kedua, dan seterusnya ditulis secara lengkap apabila berbeda, dan ditambah No. Kode Pos. Alamat *e-mail* dicantumkan untuk penulis korespondensi.

Abstrak: Merupakan inti sari dari seluruh tulisan, yang meliputi latar belakang, tujuan, metode (dilengkapi tempat dan waktu), hasil penelitian dan kesimpulan. Abstrak disajikan dalam Bahasa Indonesia dan Inggris maksimal 250 kata.

Kata kunci dan key words: Dipilih kata yang mudah ditelusuri (maksimal 3-5 kata kunci terdiri atas kata atau kata gabungan yang menunjukkan inti dari naskah). Disajikan dalam Bahasa Indonesia dan Inggris.

Pendahuluan: Memuat latar belakang, perumusan masalah yang akan dipecahkan, sitasi pustaka yang relevan, dan tujuan.

Bahan dan Metode: Meliputi tempat dan waktu, rancangan percobaan, cara pelaksanaan dan metode analisis secara jelas, sehingga peneliti lain dapat mengulangi penelitian tersebut.

Hasil dan Pembahasan: Hasil dikemukakan secara jelas, bila perlu dengan tabel, grafik, diagram, foto, lukisan/gambar, dan ilustrasi. Pembahasan mengulas data dan menjelaskan kaitannya dengan tujuan dan hipotesis serta saran pemecahan terhadap masalah yang dikemukakan. Hasil dan pembahasan disusun dalam satu bab.

- Judul tabel dan isinya singkat ditulis dua bahasa (Indonesia dan Inggris) sehingga tabel dapat berdiri sendiri. Tabel diberi nomorurut sesuai dengan keterangan di dalam teks. Keterangan tabel diletakkan di bawah tabel.
- Judul gambar dan grafik beserta isinya ditulis dalam dua bahasa (Indonesia dan Inggris), dan diberi nomorurut sesuai serta penjelasannya. Data grafik agar dilampirkan dan dibuat dengan menggunakan *Microsoft Excel*. Gambar berupa foto hitam putih atau berwarna ditampilkan dengan kontras apabila diperlukan. Jumlah halaman tabel dan gambar tidak melebihi 30% dari jumlah halaman artikel.

Kesimpulan: Merupakan sintesis dari hasil dan pembahasan secara singkat namun jelas dan menjawab tujuan, hipotesis serta temuan lain selama penelitian.

Ucapan Terima Kasih: Ditujukan kepada mereka yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan kegiatan dan pendanaan.

Daftar Pustaka: Disusun secara alfabetis dan memuat nama pengarang, tahun, judul tulisan, judul terbitan atau

majalah, volume, nomor seri serta halaman dan kota terbit. Untuk pustaka yang diperoleh dari website dicantumkan nomor *Digital Object Identifier* (DOI), website dan tanggal diunduh. Pustaka primer sebanyak 80%, minimal 11 buah, dan terkini (5 tahun terakhir).

Contoh Penulisan Sumber Acuan :

Jurnal: RAHARDJO, M. dan E.R. PRIBADI. 2010. Pengaruh pupuk urea, SP36, dan KCl terhadap pertumbuhan dan produksi temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.). Jurnal Littri. 16(3): 98-105.

Buku: AMELIA, F. 2009. Analisis Daya Saing Jahe Indonesia di Pasar Internasional. Dept. Ilmu Ekonomi, Fak. Ekonomi dan Manajemen, IPB. 116 hlm.

Artikel dalam Buku: WEISS, R. 1984. Experimental Biology and Assay of RNA Tumor Viruses. Dalam : Weiss R., Teich N. Varmus H., Coffin J.(ed). RNA Tumor Viruses. Vol. 1, New York : Cold Spring Harbor Laboratory. p. 209-260

Disertasi/Tesis/Skripsi: RIYADHI, A. 2008. Identifikasi Senyawa Aktif Tanaman Kamandrah (*Croton tiglium*) dan Biji Jarak Pagar (*Jatropha curcas*) sebagai Larvasida Nabati Vektor Demam Berdarah Dengue (Tesis). Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. 113 hlm.

Prosiding: RIAJAYA, P.D. dan F.T. KADARWATI . 2010. Keragaan produksi biji jarak pagar IP-1 umur tiga tahun pada berbagai ketersediaan air tanah. Prosiding Lokakarya Nasional V. Inovasi Teknologi dan Cluster Pioneer Menuju DME Berbasis Jarak Pagar. Tunggal Mandiri Publ. Malang. hlm.151-157.

Laporan Hasil Penelitian: TUKIMIN, SW. 2009. Evaluasi Pemanfaatan Ekstrak Biji Jarak Pagar yang Potensial untuk Pestisida. Laporan Akhir Tahun 2009. Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat. Malang. 17 hlm. (Tidak dipublikasikan).

Informasi dari Internet: ANONYMOUS. 2006. *Bukholder Cepacia* and other *Bukholderia*. <http://www3.nbnet.nb.ca/normap/bcepacia.htm>. [diunduh Tgl. September 2006].

CHEN, H.J., W.C. HOU, and Y.H. LIN. 2000. Isolation and Characterization of A cDNA Clone For Type II Metallo-Thionein-Like Protein From Senescent Leaves of Sweet Potato (*Ipomoea batatas* cv. Tainong 57). (PGR00-001) Plant Physiol 122:291. [Http://www.tarweed.com/pgt/](http://www.tarweed.com/pgt/). [diunduh Tgl. 18 Januari 2001].

Kutipan Paten :

Nama Penemu paten, kata “penemu”; Lembaga pemegang paten. Tanggal publikasi paten (tanggal, bulan, tahun). Nama barang atau proses yang dipatenkan. Nomor paten.

Muchtadi, T.R., penemu; Institut Pertanian Bogor. 9 Maret 1993. Suatu proses mencegah penurunan beta karoten pada minyak sawit. ID 0 002 569.

Penulisan Nama Penulis :

Jika nama penulis pertama lebih dari satu kata maka penulisannya untuk penulis pertama dibalik:

J.C. Smith	ditulis Smith, J.C.
F.W. Day Jr.	ditulis Day, F.W. Jr.
A.B. Toll III	ditulis Toll, A.B., III
E.C. Bate-Smith	ditulis Bate-Smith, E.C.
Richard C. De Long	ditulis De Long, R.C.
A.J. de Lorenzo	ditulis de Lorenzo, A.J.
James M. van der Veen	ditulis van der Veen, J.M.

Nama penulis dari China, untuk publikasi ilmiah China ditulis tanpa dibalik:

Chan Tai-Chen	ditulis Chan, T-C.
Lin Ke-Sheng	ditulis Lin, K-S.

Dalam publikasi ilmiah Amerika dan Inggris, nama China tetap ditulis dibalik:

L. Ying Chang	ditulis Chang, Y.L.
His Fam Fu	ditulis Fu, H.F.

Naskah Siap Cetak (*Proof draft*)

Contoh naskah siap cetak akan dikirim melalui email kepada penulis korespondensi untuk diteliti secara seksama. Koreksian dari penulis harus dikembalikan kepada Redaksi Jurnal Littri dua hari setelah e-mail diterima.

